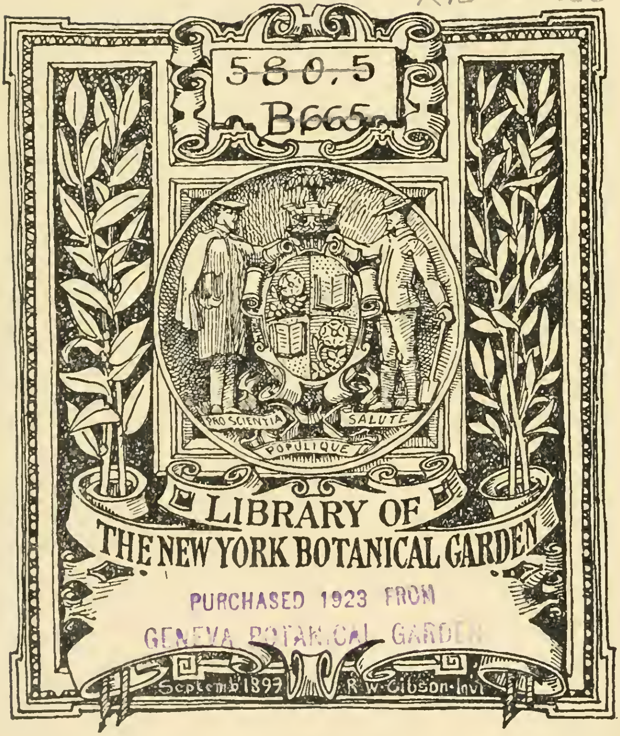
XB .F386


580.5
B665
PRO SCIENTIA
SALUTE
POPULIQUE
LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
PURCHASED 1923 FROM
GENEVA BOTANICAL GARDEN
Septemb 1897
R. W. Gibson. Inv.

Beihefte

zum

Botanischen Centralblatt.

Original-Arbeiten.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. O. Uhlworm und Prof. Dr. F. G. Kohl

in Berlin. in Marburg.

Band XV.

Mit 5 Tafeln und 33 Abbildungen im Text.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

Jena.

Verlag von Gustav Fischer.

1903.

KB
.E386
Bd. 15
1903

Inhalt.

Seite

Mereschkowsky, Über Placoneis, ein neues Diatomeen-Genus. Mit 1 Tafel und 14 Abbildungen im Text 1
Brand, Morphologisch-physiologische Betrachtungen über Cyanophyceen. Mit 1 Tafel 31
Ikeno, Beiträge zur Kenntnis der pflanzlichen Spermatogenese: Die Spermatogenese von Marchantia polymorpha. Mit 1 Tafel und 1 Textfigur 65
Geheeb, Was ist Bryum Geheebii C. Müll.? Und wo findet es im System seine natürliche Stellung? — Eine bryologische Studie . 89
Herzog, Anatomisch-systematische Untersuchung des Blattes der Rhamneen aus den Triben: Ventilagineen, Zizypheen und Rhamneen 95
Asō, Which compound in certain plant-juices can liberate iodine from potassium iodid? 208
Lohmann, Beitrag zur Chemie und Biologie der Lebermoose . . . 215
Velenovský, Zur Deutung der Phyllokladien der Asparageen. Mit 1 Tafel 257
Olufsen, Untersuchungen über Wundperidermbildung an Kartoffeln. Mit 4 Abbildungen im Text 269
Metz, Anatomie der Laubblätter der Celastrineen mit besonderer Berücksichtigung des Vorkommens von Kautschuk 309
Höck, Ankömmlinge in der Pflanzenwelt Mitteleuropas während des letzten halben Jahrhunderts. VIII. 387
Tischler, Über Embryosack-Obliteration bei Bastardpflanzen. Mit 1 Tafel 408
Küster, Beobachtungen über Regenerationserscheinungen an Pflanzen. II. 421
Andreae, Inwiefern werden Insekten durch Farbe und Duft der Blumen angezogen? 427
Garjeanne, Über die Mykorrhiza der Lebermoose. Mit 10 Abbildungen im Text 471
Podpěra, Miscellen zur Kenntnis der europäischen Arten der Gattung Bryum 483
Warsow, Systematisch-anatomische Untersuchungen des Blattes bei der Gattung Acer mit besonderer Berücksichtigung der Milchsaftelemente. Mit 4 Abbildungen im Text 493

Beihefte

zum

Botanischen Centralblatt.

Original-Arbeiten.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Oscar Uhlworm und **Prof. Dr. F. G. Kohl**

in Berlin — in Marburg.

Band XV. — Heft 1.

Mit 3 Tafeln und 15 Abbildungen im Text.

Inhalt:

Mereschkowsky, Über Placoneis, ein neues Diatomeen-Genus. S. 1—30, mit 1 Tafel und 14 Abbildungen im Text.

Brand, Morphologisch-physiologische Betrachtungen über Cyanophyceen. S. 31—64, mit 1 Tafel.

Ikeno, Beiträge zur Kenntnis der pflanzlichen Spermatogenese: Die Spermatogenese von Marchantia polymorpha. S. 65—88, mit 1 Tafel und 1 Textfigur.

Geheeb, Was ist Bryum Geheebii C. Müll.? Und wo findet es im System seine natürliche Stellung? — Eine bryologische Studie. S. 89—94.

Herzog, Anatomisch-systematische Untersuchung des Blattes der Rhamneen aus den Triben: Ventilagineen, Zizypheen und Rhamneen. S. 95—207.

Asō, Which compound in certain plant-juices can liberate iodino from potassium icdid? S. 208—214.

Jena

Verlag von Gustav Fischer.

1903.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Die Beihefte zum Botanischen Centralblatt

Original-Arbeiten

herausgegeben von

Prof. Dr. Oskar Uhlworm in Berlin und **Prof. Dr. F. G. Kohl** in Marburg,

welche früher im Verlage der Herren Gebr. Gotthelft in Cassel erschienen, sind mit Beginn des XII. Bandes in den Verlag von Gustav Fischer in Jena übergegangen **und stehen in keinem Verhältnisse zu der „Association internationale des botanistes“.**

Redaktion und Verlag werden alles aufbieten, um den Herren Botanikern Gelegenheit zu bieten, ihre wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gesamtgebiete der Botanik in schnellster Weise und in bester äußerer Ausstattung den Fachgenossen der Erde zur Kenntnis zu bringen.

Um zu erreichen, daß die Arbeiten in allerkürzester Zeit veröffentlicht werden können, wird jede eingelaufene Arbeit möglichst sofort in Druck genommen und ihre Herstellung so beschleunigt werden, daß die Publikation unter Umständen schon innerhalb zweier Wochen erfolgen kann. Aufnahme finden gediegene Originalarbeiten aus allen Disziplinen der Botanik; sie können in deutscher, englischer oder französischer Sprache veröffentlicht werden.

Die „**Beihefte**“ erscheinen in Zukunft wie bisher in zwanglosen Heften, die in Bände von etwa 35 Bogen Umfang zum Preise von **16 Mark** für den Band zusammengefaßt werden.

Bestellungen nimmt jede Buchhandlung Deutschlands und des Auslands entgegen.

Das kleine pflanzenphysiologische Praktikum.

Anleitung zu pflanzenphysiologischen Experimenten. Für Studierende und Lehrer der Naturwissenschaften. Von Dr. **W. Detmer**, Prof. an der Universität in Jena. Mit 163 Abbild. 1903. Preis: brosch. 5 Mark 50 Pf., geb. 6 Mark 50 Pf.

Die Farngattung Niphobolus.

Eine Monographie. Von Dr. **K. Giesenhagen**, Prof. der Botanik in München. Mit 20 Abbildungen. 1901. Preis: 5 Mark 50 Pf.

Organographie der Pflanzen

insbesondere der **Archegoniaten und Samenpflanzen. Erster Teil: Allgemeine Organographie.** Von Dr. **K. Goebel**, Prof. an der Universität München. Mit 130 Abbildungen im Text. 1898. Preis: 6 Mark.

—— **Zweiter Teil: Spezielle Organographie.** 1. Heft, Bryophyten. Mit 128 Abbildungen im Text. 1898. Preis: 3 Mark 80 Pf. 2 Heft: Pteridophyten und Samenpflanzen. Erster Teil. Mit 173 Abbildungen im Text. 1900. Preis: 7 Mark. Zweiter Teil (Schluß des Ganzen). Mit 107 Textabbildungen. 1901. Preis: 5 Mark.

Die Gattung Cyclamen L.,

eine systematische und biologische Monographie. Von Dr. **Friedrich Hildebrand**, Prof. der Botanik zu Freiburg im Br. Mit 6 lithographischen Tafeln. 1898. Preis: 8 Mark.

Lehrbuch der Pharmakognosie des Pflanzenreiches.

Für Hochschulen und zum Selbstunterricht mit Rücksicht auf das neue Deutsche Arzneibuch. Von Dr. **George Karsten**, a. o. Prof. der Botanik an der Universität Bonn. Mit 528 Abbildungen im Text. 1903. Preis: 6 Mark, geb. 7 Mark.

Studien über die Narkose,

zugleich ein Beitrag zur allgemeinen Pharmakologie. Von Dr. **Overton**, Privatdozent der Biologie und Assistent der Botanik an der Universität Zürich. 1901. Preis: 4 Mark 50 Pf.

LIBRARY
NEW YORK

Über *Placoneis*, ein neues Diatomeen-Genus.

Von

C. Mereschkowsky.

(Mit Tafel 1 u. 14 Abbildungen im Text.)

Je länger ich den Zellinhalt von Diatomeen studiere, um so klarer wird es mir, daß zum Verständnis der wahren Verwandtschaftsverhältnisse unter Diatomeen die von den weichen Teilen dieser Algen und besonders vom Endochrom entnommenen Kennzeichen in vielen Fällen von größerm Werte sind, als die der Form oder der Struktur der Schalen entlehnten.

Die vorliegende Arbeit bringt einen neuen und einleuchtenden Beweis für diese Wahrheit. Sicherlich würde kein einziger Diatomeen-Forscher auch nur einen Augenblick bezweifeln, daß *Navicula exigua* Greg., *Navicula mutica* Kütz. oder *Navicula* (*Stauroneis*) *salina* W. Sm. echte Repräsentanten des Genus *Navicula* sind. Und dennoch haben sie nichts mit diesem Genus zu tun. Ihre innere Struktur beweist, daß sie nicht nur weit davon entfernt sind, mit dem Genus *Navicula*, sondern sogar mit der ganzen Familie der *Naviculaceen* verwandt zu sein. Sie gehören nicht einmal zu derselben Unterordnung wie die *Naviculaceen*. Während die *Polyplacatae*, zu denen das Genus *Navicula* gehört, durch das Vorhandensein von mindestens zwei Endochromplatten gekennzeichnet werden, die longitudinal und meist längs der Verbindungszonen angebracht sind, hat die oben genannte Spezies nur eine einzige asymmetrisch angebrachte Platte. *Navicula exigua* und *Navicula mutica* gehören demnach der andern Unterordnung den *Monoplacatae* an, die ich in meiner Arbeit über *Sellaphora* aufgestellt habe[1]), und sind demnach durchaus von den echten *Naviculae* zu trennen.

AUG 7 - 1923

[1]) Annals a. Magaz. of Nat. Hist. Ser. VII f. Vol. IX. 1902. March. p. 185. Der Leser findet die neue Klassifikation der *Raphidiandiatomeen* genauer dargelegt in meiner Arbeit: „Les types de l'endochrome chez les Diatomées." Diese Arbeit ist bereits vor zwei Jahren zur Veröffentlichung eingesandt worden, doch ist sie bis jetzt noch nicht erschienen! Wenn überhaupt, so wird sie in den Scripta botanica von St. Petersburg erscheinen, die von Professor Gobi herausgegeben werden.

Der Unterschied in der innern Struktur beider Unterordnungen ist sehr groß, wie aus beifolgenden Diagrammen noch klarer hervorgeht (Fig. 1—4), und der Unterschied ist nicht nur ein gradueller, sondern ein prinzipieller.

Fig. 1 stellt eine typische *Navicula* dar, deren zwei Endochromplatten symmetrisch den beiden Verbindungszonen anliegen und deren Ränder sich ein wenig gegen die Oberfläche der Schalen zurückbiegen; Fig. 2 gibt einen Querschnitt der Frustula. Fig. 3 weist die typische Struktur einer *Monoplacata* (*Cymbella*) auf; ihre einzige Platte ist asymmetrisch angebracht: ihre Mittellinie liegt einer der beiden Verbindungszonen (der linken der Abbildung) und den seitlichen Teilen der Schalen an. Fig. 4, die einen Querschnitt von Fig. 3 darstellt, zeigt beim Vergleich mit Fig. 2 sehr deutlich den Unterschied in der Anordnung des Endochroms beider Typen.

Fig. 1. Fig. 3.

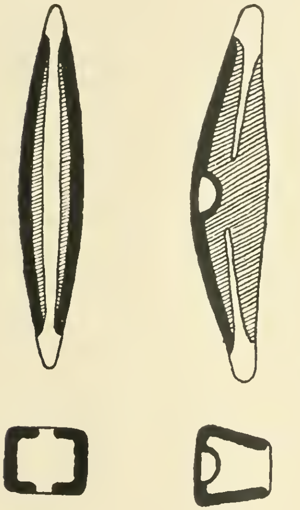


Fig. 2. Fig. 4.

Diagramme, das Endochrom einer *Navicula* (Fig. 1) und einer *Pyrenophorea* (Fig. 3) darstellend: Fig. 2 ist ein Querschnitt von Fig. 1: Fig. 4 — Querschnitt von Fig. 3.

Dieser Unterschied ist so groß und von solcher Art, daß er jegliche Möglichkeit einer Verwandtschaft zwischen beiden Gruppen ausschließt. Eine *Monoplacata* kann nicht von einer *Polyplacata* abstammen und umgekehrt. Sie stellen zwei große, voneinander unabhängige Zweige desselben Stammes — der *Archaideen* — dar[1]).

Die *Monoplacatae* setzen sich wiederum aus verschiedenen Gruppen zusammen, entsprechend der verschiedenen Stellung der einen Platte in der Frustula, entsprechend ferner der Form der Platte und teils auch der Struktur der kieselhaltigen Teile. Die Hauptgruppe der *Monoplacatae* bilden die *Pyrenophoreen*, die von solchen Genera wie *Cymbella*, *Gomphonema*, *Anomoeoneis* etc. gebildet werden. Zu dieser Gruppe gehört das neue Genus *Placoneis*, da seine einzige Platte ebenso wie bei den obengenannten Genera angebracht ist, d. h. mit der Mittellinie längs einer der beiden Verbindungszonen, die man die dorsale nennen könnte. Die Form der Platte ist ebenfalls die gleiche. Bei allen *Pyrenophoreen* findet man drei Längseinschnitte an beiden Enden der Platte: der mittlere läuft längs der Mittellinie der dorsalen Ver-

[1]) Hinsichtlich der *Archaideen* verweise ich auf meine Arbeiten über *Stauronella* (Ann. a. Magaz. of Nat. Hist. Ser. VII Vol. VIII. Nov. 1901. S. 429) und über *Sellaphora* (l. c. Vol. IX. 1902. März. S. 192). Genaueres ist zu finden in „Les types de l'endochrome“ in Scripta botanica.

bindungszone und die seitlichen auf den zu den Schalen gehörigen Teilen der Platte längs der Raphe. Neben diesen Längseinschnitten finden sich noch zwei mittlere querlaufende Aushöhlungen oder Sinus auf den Seitenrändern der Platte, scheinbar, um den Nucleus frei und unbedeckt vom Endochrom zu lassen.

Die ausgebreitete typische Platte einer *D. Pyrenophorea* würde wie Fig. 5 aussehen, wo der mittlere, von der punktierten Linie begrenzte Teil der dorsalen Verbindungszone anliegt, und wo die Teile zu beiden Seiten der letzteren die auf den Schalen ruhenden Ränder der Platte darstellen.

Dabei sind *a a* die 2 mittlern Längseinschnitte, *b*, *b*, *b*, *b* die seitlichen oder valvären Längseinschnitte und *c*, *c* die Quersinus.

Nun ist dies genau dieselbe Endochromstruktur, die wir bei *Navicula exigua*, *Nav. mutica*, *Nav. dicephala* und ebenfalls bei *Stauroneis salina* finden, die alle zu dem neuen Genus *Placoneis* gehören. Überdies weisen alle diese Formen ein zentrales Pyrenoid auf, welches einen weiteren sehr charakteristischen Zug der *Pyrenophoreen* bildet (*p* in Fig. 5), die dieser Gruppe ihren Namen gegeben haben.

Wenn wir diesen eigentümlichen Bau mit dem einer *Navicula* vergleichen, können wir leicht sehen, daß eine *Placoneis*, obschon sich ihre Schalen in nichts von denen einer *Navicula* unterscheiden, dennoch hinsichtlich ihrer innern Organisation etwas ganz anderes ist. Unzweifelhaft sind solche Diatomeen wie *Navicula exigua*, *Nav. mutica* und *Nav. dicephala* keine *Naviculaceen*, sondern *Pyrenophoreen*.

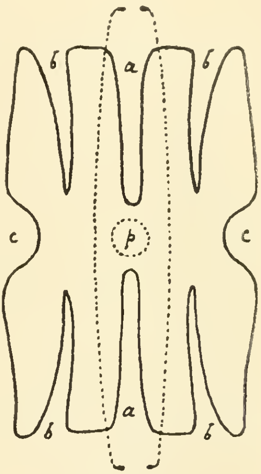


Fig. 5

Diagramm der Endochromplatte einer *Diatomea Pyrenophora* im ausgebreiteten Zustande. *a*, *a* mediane Längseinschnitte; *b*, *b*, *b*, *b* seitliche Längseinschnitte; *c*, *c* mittlere Quersinus; *p* Pyrenoid.

Die nächste Frage betrifft die Stellung des Genus *Placoneis* innerhalb der Gruppe der *Pyrenophoreen* und ihre Verwandtschaft mit den anderen Genera. Aber bevor wir diese Frage anschneiden, scheint es angemessener, eine eingehende Beschreibung des neuen Genus und derjenigen Spezies zu geben, die ich auf ihre innere Struktur eingehend untersucht habe.

Beschreibung des Genus *Placoneis*.

Placoneis nov. gen.

Schalen symmetrisch, gewöhnlich elliptisch oder lanzettlich, bezw. linearelliptisch, oft mit stumpfen, mehr oder weniger

schiffsschnabelartigen Enden. Symmetrische oder wenig asymmetrische Struktur, zusammengesetzt aus fein punktierten Leisten, welche in der Mitte oft weitläufiger und bisweilen abwechselnd kürzer und länger sind. Axialfläche schmal oder fehlend. Zentralknoten verlängert. Freie, nicht gestielte Formen: Verbindungszone einfach oder mit schwachen Längslinien. Das Endochrom setzt sich aus einer einzigen, auf der dorsalen Verbindungszone ruhenden Chromatophorenplatte zusammen und schließt sich entweder an dieselbe an oder ist durch einen weiten Raum von der verbindenden Membran getrennt. Stets findet sich ein zentrales Pyrenoid, bisweilen zwei Libroplasten.

Alle Spezies sind freie, in Süß- oder Brackwasser, selten in reinem Salzwasser lebende Formen.

Placoneis exigua (Greg.) Mer.

Taf. 1, Fig. 1—3, 16.

Pinnularia exigua Gregory, Micr. Journal p. 99, Pl. IV, f. 14.

Navicula gastrum var. *exigua*, Grunow, Arct. Diat. p. 31. Van Heurck, Synops. d. Diat. d. Belg. Pl. VIII, f. 32. Cleve, Syn. Nav. Diat. II. Part. p. 23.

Schalen breit, elliptisch-lanzettlich mit fast schiffsschnabel- oder köpfchenähnlichen Enden. Länge 0,016 bis 0,035 mm; Breite 0,009 bis 0,0155 mm. Axialfläche nicht vorhanden, zentrale Fläche deutlich wahrnehmbar, unregelmäßig gerundet, etwas quer. Leisten 11—14 in 0,01 mm, fein punktiert, stark strahlenförmig, in der Mitte abwechselnd länger und kürzer.

Die Chromatophoreplatte mehrere Male knieförmig gebogen; ihr mittlerer Teil von der Wand der Frustula ebensoweit entfernt als von der Raphe. Ränder mit 8 Lappen, 4 dorsalen und 4 ventralen. Pyrenoid gut sichtbar, sehr abgeplattet. Zwei Libroplasten auf der Verbindungszone nahe den Enden der Frustula.

In Süß- oder Brackwasser. $_0$Bottnischer Meerbusen (Torneå, Piteå, Cleve), Finnland (Lojo-See, Åbo, Cleve); Kuokkala (Mer.); Ungar, foss. (Grun.); Neu-Seeland (Cleve).

Im ersten Anblick erscheint die Struktur dieser Spezies sehr seltsam und scheint keine Ähnlichkeit mit dem Bau anderer *Pyrenophoreen* zu haben. Weiterhin werden wir jedoch sehen, daß diese Spezies einen extremen Fall von einer ganzen Serie analoger Formen darstellt.

Die einzige Endochromplatte liegt vertikal zur Oberfläche der Schalen, und in ihrem optischen Durchschnitt gesehen, erscheint sie als eine dunkle, gebrochene, mehrfach und in verschiedenen Richtungen gebogene Linie (siehe Tafel, Fig. 1—2). Am untern und obern Ende liegt die Platte gegen eine der Verbindungszonen an, die wir die dorsale nennen, längs welcher sie sich mehr oder weniger nach den äußersten Enden der Frustula streckt und sie bisweilen fast erreicht (Fig 1, *t*, *t*). Von der dorsalen Zone macht die Platte eine knieartige Biegung,

indem sie sich in schräger Richtung nach dem Innern der Frustula wendet und die Raphe erreicht; an dieser Stelle macht die Platte eine andere, knieartige Biegung und tritt in den mittlern Teil (Fig. 1, pr.), der längs der Raphe in einer Entfernung von beinahe einem Drittel der ganzen Länge der Frustula läuft. Dann, nach einer weitern knieartigen Biegung, erreicht die Platte die dorsale Zone (siehe auch die Diagramme Fig. 6).

Fig. 1 u. 2 Taf. 1) veranschaulicht die eigentümliche Form der Anordnung der Endochromplatte; *t*, *t* sind die beiden auf der dorsalen Zone ruhenden Enden, und *pr* ist der Mittelteil, der sich in der Mitte der Frustula unter der Raphe befindet.

Beide Ränder der Platte sind gezähnelt und haben 4 Lappen auf jeder Seite, d. h. auf jeder Schale, also 8 im ganzen; sie sind im rechten Winkel zu der Oberfläche der Platte geneigt und liegen der innern Oberfläche der Schalen an, 4 der untern und 4 der obern. Fig. 1 zeigt nur die 4 zur obern Schale gehörigen Lappen.

Von diesen 4 Lappen sind die zwei mittlern nach der rechten Seite der Schale geneigt, und da sie nach der ventralen Verbindungszone gewendet sind, können wir sie ventrale Lappen nennen (Fig. 1, *l v*), die zwei andern stehen nach der entgegengesetzten (rechten) Seite und mögen daher dorsale Lappen genannt werden. Sie sind von verschiedener Größe; bisweilen sind sie, besonders die dorsalen, sehr klein (Fig. 2).

Fig. 6.

Da die Struktur des Endochroms von *P. exigua* sehr kompliziert und schwer verständlich ist, so füge ich zur Bequemlichkeit des Lesers folgende Diagramme bei:

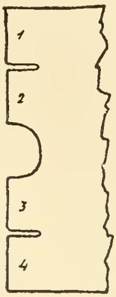


Fig. 7.

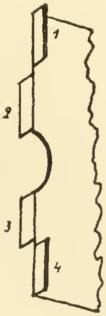


Fig. 8.

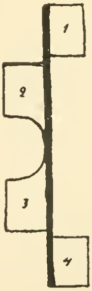


Fig. 9.

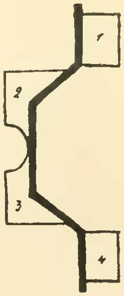


Fig. 10.

Diagramme zur Veranschaulichung der Struktur der Endochromplatte von *Placoneis exigua*. Fig. 7 ist einer der Ränder der Platte in horizontaler Lage; die 4 Lappen 1. 2, 3, 4 sind nicht geneigt; Fig. 8 zeigt dieselbe in schräger Stellung, Lappen gebogen) Fig. 9 in vertikaler Stellung; (in Fig. 10 ist die ganze Platte selbst in normaler Weise (wie in Fig. 6) gebogen.

Fig. 7 stellt einen Teil (die linke Hälfte) einer Platte dar, deren Ränder mit drei, vier Lappen bildenden Einschnitten versehen sind (1, 2, 3, 4). Von dem gegenüberliegenden (rechten) Rand dieser Platte, der auf dieser Fig. nicht zu sehen ist, setzen wir dieselbe Struktur voraus. Denken wir uns nun, daß sich die Lappen 1 und 4 nach rechts neigen, während die innern 2 und 3 sich nach links wenden, und betrachten wir zunächst die Platte, wo sie mit ihrem eingeschnittenen Rand leicht zu dem Beschauer hingewandt ist (Fig. 8), und dann die, wo sie vertikal zur Oberfläche des Papiers steht (Fig. 9). Es erübrigt nur noch, sich die Oberfläche der Platte so gebogen wie in Fig. 10 vorzustellen, anstatt eben wie in Fig. 7—9, um die charakteristische Struktur von *P. exigua* zu erhalten.

In der zonalen Ansicht (Fig. 3) sind die 8 Lappen (4 auf jeder Seite) in einer senkrechten Ebene zu sehen (de profil) und erscheinen als 4 dunkle Streifen, zwei auf jeder Seite, von denen jeder zwei Lappen[1]) vorstellt. Sie werden durch einen medianen Zwischenraum getrennt (*m. i* in Fig. 3), der der mittlern Höhlung der Ränder (*m, e* in Fig. 1) entspricht. An beiden Seiten ist die Platte mit einem breiten, nicht sehr tiefen Sinus versehen, der niemals bei den *Pyrenophoreen* fehlt. Der mittlere, niedriger als die beiden Endpartien gelagerte Teil der Platte erscheint heller. Ein Pyrenoid ist in dieser Spezies vorhanden, doch tritt es wenig hervor und ist ausnahmsweise stark abgeplattet (Fig. 1, *pr*). Es liegt im mittlern Teil der Platte und erscheint als eine bloße Verdickung des Endochroms an dieser Stelle, wo es auch etwas heller und glänzender erscheint. In dieser Hinsicht erinnert das Pyrenoid an das von *Rhoicosphenia* oder das einiger *Amphora*-Arten.

Zwei Libroplasten (Fig. 1 *lp*, *lp*) sind stets vorhanden und zwar stets an derselben Stelle, d. h. nahe den Enden der Frustula an der ventralen Verbindungszone längs ihrer Mittellinie (Fig. 3 *lp*.). Niemals habe ich diese Libroplasten sich bewegen sehen, wie sie es beständig bei andern Diatomeen tun, wie z. B. bei *Sellaphora pupula*[2]). Bei *Placoneis exigua* sind diese zwei Libroplasten konstant; ich habe sie in all den zahlreichen Exemplaren, die zu beobachten ich Gelegenheit hatte, gefunden; es sind ihrer stets zwei in derselben Stellung und von regelmäßig sphärischer Form. Meist sind sie die einzigen Elaeoplasten (Fig. 1), bisweilen werden ein paar Sparsioplasten (Fig. 2) von bedeutender Größe und unregelmäßiger Form nahe dem zentralen Plasma gefunden. Das zentrale Plasma liegt einseitig in der ventralen (linken) Hälfte der Frustula: es geht vom mittlern Teil der Endochromplatte aus und erstreckt sich in der Form eines breiten abgestumpften Kegels bis zur ventralen Verbindungs-

---

[1]) Der obere linke dunkle Streifen in Fig. 3 zum Beispiel entspricht den zwei Lappen *l r* und *l d* von Fig. 1 und der untere linke Streifen den analogen Lappen der untern Hälfte von Fig. 1.

[2]) Mereschkowsky, C., On Sellaphora, a new genus of Diatoms. (Ann. a. Magaz. of Nat. Hist. Ser. VII. Vol. IX. 1902. March.)

zone. Dieser Kegel legt seine Spitze an den mittlern Teil der Platte und seine Basis an den ventralen Rand der Frustula (Fig. 1. *m e*). Ein breiter runder Nucleus (Fig. 2, *n*) kann oft im Zentralplasma gegen den ventralen Rand der Frustula gesehen werden. Der breite Raum gegenüber dem Zentralplasma, der zwischen dem mittlern Teil der Endochromplatte und der dorsalen Verbindungszone eingeschlossen ist (Fig. 2, *sp*), enthält kein Protoplasma und scheint nur mit Zellsaft gefüllt zu sein. Aus diesem Grund ist die Schalenstreifung an dieser Stelle sehr deutlich zu sehen, selbst an lebenden Diatomeen. Folgendes sind einige Messungen, vorgenommen an Individuen, die in einem Bach in Finnland (Kuokkala in der Nähe von St. Petersburg) im August 1902 beobachtet wurden:

Länge:	0,016	0,021	0,024	0.065	0,028	0,0295	0,030	0,032
Breite:	0,009	—	0,013	0.013	0,014	0,0145	0,0123	0,0145
Länge:	0,033	0,034	0,034	0,035	0,035			
Breite:	0,0155	0,0147	0,015	0,0155	0,0155			

Placoneis dicephala (Ehr.?) Mer.

Tafel 1, Fig. 11—13, 21—22.

Pinnularia dicephala Ehrenberg, Organ. der Infus. S. 183. Anm. II, 1. Fig. 29? — *Navicula dicephala* W. Smith, Brit. Diat. I, p. 87. Pl. XVII, f. 55. Grunow. Foss. Diat. Öst.-Ung. Pl. XXX, f. 55. Arct. Diat. p. 34. Van Heurck, Syn. Diat. pe Belg. p. 87. Pl. VIII f. 33. 34. Ströse Klicken, Diat., f. 4. A. Schmidt, Atlas, Pl. LXXII. f. 25—33. Cleve, Syn. Navic. Diat. part. II, p. 21.

Schale linear oder linearlanzettförmig mit köpfchenartigen und schiffsschnabelförmigen Enden. Länge 0,025 bis 0,04; Breite 0,01 bis 0,0125 mm. Axialfläche undeutlich, Zentralfläche breit, quer und rektangulär. 9 — 11 Leisten in 0,01 mm; durchweg strahlenförmig.

Der mittlere Teil der Endochromplatte ist von den Wänden der Frustula durch einen breiten Raum getrennt, der einen öligen Körper enthält (Pyrenoid?); die Plattenränder haben nur 4 ventrale Lappen. Gewöhnlich finden sich zwei Libroplasten nahe den Enden der Frustula.

In Süßwasser: Schweden (Cleve); England (Cleve); Sachsen (Cleve); Schweiz (Brun.); Ungarn, Dubravica, fossil (Grunow); Baïkalsee (Mer.); Kamtschatka (Cleve); Kalifornien, Los Angeles (*fa* parva, Mer.); Japan (Cleve); Illinois (Cleve); Ecuador (Cleve).

var. ***elginensis*** Gregory.

Pinnularia elginensis Gregory, Micr. Journ. IV, Pl. I, f. 33. *Navicula elginensis* Grunow. Arct. Diat. p. 35. — *Navicula dicephala* var. *elginensis*, Cleve, Syn. Navic. Diat. II, p. 21. Länge 0,024 bis 0,03 mm. Breite 0,01 bis 0,0105 mm. 12—14 Leisten in 0,01 mm, quer an den Enden.

In Süßwasser: Schottland, Ben Lawers, fossil (Grunow); Finnland, Padashärvi, fossil (Cleve).

var. **subcapitata** Grun.

Navicula dicephala var. *subcapitata* Grunow., Foss. Diat. Öst.-Ung. p. 156. Pl. XXX, f. 54. Cleve, Syn. Navic. Diat. II. p. 21.

Schalen mit breit abgestumpften Enden.

In Süßwasser: Ungarn, fossil (Grunow).

Bei dieser Spezies habe ich den Typus in seiner kleinen Form[1]) beobachtet. Die innere Struktur unterscheidet sich nicht viel von *Placoneis exigua*. Der Mittelteil der Platte ist hier ebenfalls von der dorsalen Zone so weit wie die Raphe entfernt (Fig. 12), doch meist nicht ganz so weit (Fig. 11). Bei *P. dicephala* macht die Platte aber nicht die mehrfachen knieartigen, für *P. exigua* so überaus charakteristischen Biegungen; sie macht einfach den Eindruck, als ob sie nach innen gestoßen sei und eine breite runde Einstülpung bilde. Als Resultat bemerken wir auf Fig. 11 u. 12 eine dunkle gebogene Linie, anstatt einer gebrochenen, wie in Fig. 1 u. 2. Diese dunkle Linie ist der Boden der uhrglasähnlichen Vertiefung des mittlern Plattenteils, im Profil gesehen (*a* in beistehender Fig. 11), während die über die dunkle Linie hinausreichenden Ränder des Uhrglases (*b*) natürlich heller erscheinen. Dies ist möglicherweise die Erklärung (soweit eine solche bei der Kleinheit des Objekts überhaupt möglich) für das Vorhandensein gefärbten Endochroms jenseits des dunkeln Streifens zwischen demselben und dem dorsalen Rande der Frustula (*b* in Fig. 11 u. 12). Ein idealer Querschnitt durch den mittlern Teil der Frustula würde etwa wie Fig. 12 aussehen.

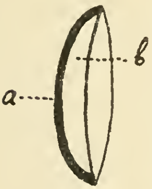


Fig. 11.

Ein weiterer Unterschied zwischen *P. dicephala* und *P. exigua* findet sich an den Plattenrändern. Beide Arten haben einen tiefen, breiten mittlern Quersinus (m. e.), der bei dieser Spezies oft wie ein kreisrunder farbloser Raum aussieht, der mit einem sehr engen Kanal beginnt (Fig. 11), genau wie bei *Anomoeoneis*.

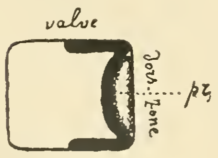


Fig. 12.

Aber hier haben wir auf jedem Rande nur zwei, der ventralen Seite der Frustula zugewandte Bauchlappen, während die zwei dorsalen von *P. exigua* fehlen. Genau genommen fehlen sie hier auch nicht gänzlich, denn *l d* in Fig. 11 entsprechen augenscheinlich den dorsalen Lappen *l d* von *P.*

[1]) Die forma minor Grunows (Van Heurck, Synops. d. Diat. d. Belg. Pl. VIII. f. 33), die hier auf Tafel 1 Fig. 21 sich findet. Ich fand sie oft in Los Angeles, Kalifornien; die gewöhnliche Größe beträgt 0.0266, Schalenbreite 0,0081 bis 0.00855 mm.

exigua (Fig. 1), nur mit dem Unterschiede, daß hier der mittlere Plattenteil nicht so stark nach innen gedrückt ist wie bei *P. exigua*; die Lappen sind deswegen hier nicht so wie dort zurückgeworfen, sondern behalten die normale Stellung, die sie bei allen *Pyrenophoreen* haben (s. z. B. Taf. 1 Fig. 7, *l d*). Wenn wir also *l*, *d* in Fig. 1, 11 u. 7 vergleichen, so sehen wir, daß die anfänglich so seltsame Struktur von *P. exigua* sich leicht dem gewöhnlichen Typus der *Pyrenophoreen* einordnet.

Die uhrglasähnliche Vertiefung des mittlern Plattenteils von *P. dicephala* sieht anders aus als derselbe Raum in *P. exigua*. Der ganze Raum zwischen dem gebogenen dunklen Streifen und dem äußern Rande der Frustula ist mit farbloser glänzender Substanz von fettigem Aussehen gefüllt. In Fig. 11 erscheint diese Masse (*pr*) als ein zwischen Endochrom und Zellenwand eingeschlossener Körper. Bisweilen ist dieser Körper ohne Struktur (Fig. 11), bisweilen läßt sich eine peripherische Schicht mit Querteilungen unterscheiden, die anscheinend aus großen Körnchen besteht (Taf. Fig. 12). Meiner Ansicht nach ist dieser Körper das Pyrenoid, das, anstatt wie gewöhnlich in der Endochromsubstanz eingebettet zu sein, frei ist und, da außerhalb des Endochroms befindlich, farblos erscheint. Diese Vermutung liegt um so näher, da keine andere Spur von Pyrenoid in dieser Spezies zu finden ist. Dieses freie, ungefärbte Pyrenoid würde nicht einzig dastehen, denn ich habe schon an anderm Ort das Vorhandensein von teilweis freiem, farblosem Pyrenoid in andern *Diatomeen*[1]) nachgewiesen.

Die Elaeoplasten sind ganz anders als die von *P. exigua*. Sie bestehen gewöhnlich aus vier Libroplasten, die paarweise an den Enden der Frustula längs der Mittellinie liegen; ihre Zahl, Größe, Form und Anordnung variiert bisweilen. An den untern und obern Enden der Endochromplatte sind meist mehrere sehr große und unregelmäßige Sparsioplasten gleicher Art wie bei *P. exigua*. Es gelang mir nicht, die Grenzen des Zentralplasmas zu sehen; aber es ist höchst wahrscheinlich ungewöhnlich in die Länge entwickelt und erstreckt sich wahrscheinlich von einer Gruppe dieser großen Sparsioplasten zur andern.

Placoneis mutica (Kütz.) Mer.

Tafel 1, Fig. 4—6, 23.

Navicula mutica Kützing, Bacill. p. 93. Pl. III, f. 32 (nach Arnott). Grunow, Arct. Diat. p. 40. Cleve, Syn. Nav. Diat. part. I, 129 (inkl. f *a Cohnii*.) Peragallo, Diat. mar. de Fr., part. I, p. 59, Pl. VII, f. 37. — *Stauroneis Cohnii* Hilse, Beitrag p. 38. — *Stauroneis polymorpha* Lagerstedt, Spitzb. Diat., p. 39. Pl. I, f. 12. — *Navicula mutica* var. *Cohnii* (Hilse) Grunow in Van Heurck, Syn. d. Diat. d. Belg., p. 95. Pl. X, fig. 17.

---

[1]) Mereschkowsky, C., Über farblose Pyrenoide und gefärbte Elaeoplasten bei den Diatomeen. (Flora. 1903.)

Schale elliptisch oder leicht elliptisch-lanzettlich mit breit gerundeten Enden. Länge 0,013 bis 0,033 mm, Breite 0,0068 bis 0,011 mm. Axialfläche schmal. Zentralfläche breit, in der Quere erweitert mit isoliertem Punkt auf einer Seite des Zentralknotens. 19—20 Leisten in 0,01 mm, bis zu den Enden strahlenförmig, deutlich punktiert. Einige der mittlern Leisten abwechselnd länger und kürzer als die übrigen.

Mittlerer Teil der Endochromplatte nicht von der dorsalen Verbindungszone getrennt; tiefer, auf jeder Seite zwei Bauchlappen bildender Mittelsinus. Pyrenoid deutlich, hervorragend. Elaeoplasten veränderlich.

Süßwasser und Brackwasser: Spitzbergen (Cleve); Finnland, Kuokkala bei St. Petersburg (Mer.); Belgien (V. H.); Frankreich, Ré (Perag.); Bengalen (Cleve); Daintree River, Australien (Cleve); Lost Spring Ranch, Kalifornien (Cleve).

Peragallo (D. mar. d. Fr., p. 59) sagt: „In Übereinstimmung mit Grunow, van Heurck und Brun betrachte ich die elliptisch-lanzettliche Form als die typische, welche mit der oft sehr stumpfen, lanzettlichen Form allmählich in die var. *Göppertiana* übergeht.“ Diese elliptische Form fand ich in Finnland in Süßwasser im August 1902 (Fig. 4—6). Die Größe der drei lebend untersuchten Individuen betrug: $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}\ \frac{0{,}016}{0{,}0068},\ \frac{0{,}117}{0{,}007},\ \frac{0{,}018}{0{,}0075}.$

Die innere Struktur dieser kleinen Spezies ist die der *Pyrenophoreen* im allgemeinen und erinnert in manchen Besonderheiten an *P. dicephala*. Ein wichtiger Unterschied ist jedoch im Mittelteil der Endochromplatte, welche nicht durch einen farblosen Raum von der dorsalen Verbindungszone getrennt ist, sondern direkt auf der Wand der Frustula ruht.

Der seitliche Mittelsinus ist tief und breit und erstreckt sich zuweilen über die mediane Linie der Frustula (Fig. 6). Pyrenoid gut markiert, verhältnismäßig groß und eine Protuberanz im Innern der Zelle bildend. Die kleine Zahl der beobachteten Individuen (nur 3) läßt keine Schlüsse auf die Natur der Elaeoplasten zu; ich wage daher nicht zu sagen, ob es Libroplasten, Placoplasten oder Sparsioplasten sind. Ein Individuum besaß zwei an den Enden liegende und sehr Libroplasten gleichende Elaeoplasten (Fig. 6); bei einem andern Individuum lagen sie an den Enden der Endochromplatte und sahen aus wie Placoplasten (Fig. 4) und bei dem dritten schienen gar keine Elaeoplasten vorhanden zu sein (Fig. 5).

Cleve hält die meisten Varietäten von *P. mutica* nur für formae, was meiner Meinung nach nicht durch Tatsachen, betreffend ihr Vorkommen, bestätigt wird. So habe ich in Finnland z. B. ausschließlich die typische Spezies und niemals die var. *Goeppertiana* gesehen: dahingegen fand ich die letztere überaus zahlreich bei San Francisco (in fast reinem Seewasser), während der Typus und die übrigen Varietäten vollständig fehlten. Unter dergleichen Verhältnissen sollte meiner Meinung nach eine Form immer als bestimmte Varietät angesehen werden.

var. ***Goeppertiana*** Bleisch.

Tafel 1, Fig. 7—8, 24—25.

Stauroneis Semen, Ehrenberg, Mikrogeologie Pl. XXXVIII, A 20, fig. 1 (1854)? — *Stauroneis Göppertiana* Bleisch, Rabenhorst, Alg. Eur. N: 0 1183 (1861). — *Navicula mutica* Grunow, Verhandl. Wien 1860, p. 538, Pl. V, f. 16. — *Stauroneis Cohnii* Schumann, Diat. d. Tatra, p. 78, Pl. IV, f. 61. — *Navicula mutica* var. *Göppertiana* Van Heurck, Syn. d. Diat. d. Belg. p. 95, Pl. X, f. 18, 19. Cleve, Syn. Navic. Diat. part. I, p. 129. Peragallo. Diat. mar. de Fr. p. 59, Pl. VII, f. 38, 39.

Schale rhombisch-lanzettlich mit stumpfen Enden. Länge 0,02 bis 0,042 mm; Breite 0,009 bis 0,012 mm. Endochrom wie beim Typus, die seitlichen Längssinus ausgeprägter, vier Placoplasten, zwei auf jedem Bauchlappen und zwei in der Nähe des stark hervortretenden Pyrenoids.

Süßwasser oder Brackwasser: Belgien (Van Heurck); Neu-Schottland (Cleve); West-Indien (Cleve); Ecuador (Cleve); San Francisco in fast reinem Seewasser (Mer.).

Von dieser Varietät habe ich Tausende lebender Individuen in San Francisco (Mai 1902) in fast reinem Seewasser beobachtet. Die innere Struktur ist ungewöhnlich einförmig und sich gleich bleibend, alle die zahlreichen Exemplare sehen aus wie Fig. 7. Das Endochrom hat die typische Struktur der *Pyrenophoreen* und gleicht in jeder Einzelheit der Struktur der Spezies *Cymbella*. Vom Typus weicht es nur leicht durch die regelmäßigen und tieferen Längssinus ab, obschon dieselben in Fig. 4 auch ziemlich entwickelt sind. Das Pyrenoid tritt stark hervor. Die Elaeoplasten scheinen zur Gruppe der Placoplasten zu gehören, es sind ihrer fast immer vier, zwei an den ventralen Lappen und zwei nicht weit vom Pyrenoid, ohne dasselbe jedoch zu berühren. Bisweilen finden sich noch einige kleine Sparsioplasten nahe dem Zentralplasma. Von der Gürtelseite aus gesehen unterscheidet sich das Endochrom in nichts von dem einer *Cymbella* oder *Gomphonema* (Fig. 8). Ich lasse einige Messungen in mm folgen:

$\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}\ \frac{0{,}024}{0{,}011},\ \frac{0{,}024}{0{,}011},\ \frac{0{,}026}{0{,}010},\ \frac{0{,}027}{0.0108},\ \frac{0{,}028}{0.009},\ \frac{0{,}035}{0.0105},\ \frac{0{,}036}{0{,}012},\ \frac{0{,}041}{0.011},$

$\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}\ \frac{0{,}042}{0.0105},\ \frac{0.042}{0.0105}.$

var. ***producta*** (Grun.).

Tafel 1, Fig. 26.

Navicula mutica var. *producta* Grunow, Arct. Diat. p. 41. Peragallo. Diat. mar. de Fr. p. 59, Pl. VII, f. 40. — *Navicula mutica* forma *producta* Cleve, Syn. Nav. Diat. part. 1, p. 129.

Schale linear-lanzettlich mit parallelen Rändern und abgeschwächten, verlängerten Enden.

In Süß- und Brackwasser: Normandie (Peragallo).

var. ***ventricosa*** Kütz.

Tafel I, Fig. 27.

Stauroneis ventricosa Kützing, Bacill. p. 105, Pl. XXX, f. 27. Gregory, Micr. Journ. 1856, Pl. I, f. 10. — *Navicula (Stauroneis) ventricosa* Van Heurck, Syn. d. Diat. d. Belg., p. 96. Pl. IV, f. 16. — *Navicula mutica* forma *ventricosa* Grunow. Arct. Diat. p. 41. Peragallo, Diat. mar. d. Fr. part. I, p. 59. Pl. VII, f. 41.

Schale verdickt mit köpfchenähnlichen Enden. Länge 0,016 bis 0,022 mm; Breite 0.006 bis 0,008 mm. 17 Leisten in 0,01 mm.

Brackwasser: Frankreich, Palavas (Peragallo); Argentinien (Cleve).

var. ***peguana*** Grun.

Navicula mutica var. *peguana* Grunow in Cleve und Möller. Diat. N: 0 188. Cleve, Syn. Nav. Diat. part I, p. 130 (keine Abbildung!).

Schale lanzettlich, dreimal leicht gewellt mit fast spitzen Enden. Länge 0,04 mm, Breite 0,01 mm. In der Mitte 15 Leisten, an den Enden 20 in 0.01 mm.

Brackwasser: Bengalen (Cleve).

var. ***legumen*** Cl.

Navicula mutica var. *legumen* Cleve, Syn. Nav. Diat. part I, p. 130 (keine Abbildung!).

Schale linear, dreimal gewellt, mit keilförmigen, spitzen Enden. Länge 0,035 mm; Breite 0,009 mm. 21 Leisten in 0,01 mm.

Süßwasser: Surinam (Cleve).

var. ***undulata*** Hilse.

Tafel 1, Fig. 28—29.

Stauroneis undulata Hilse, Beitrag p. 83. — *Navicula mutica* var. *undulata* Grunow, Act. Diat. p. 41. Van Heurck, Syn. d. Diat. de Belg. p. 95, Pl. X, f. 20 c. Peragallo, Diat. mar. d. Fr. part. I. p. 60, pl. VII, f. 42. — *Navicula mutica* forma *undulata*, Cleve, Syn. Navic. Diat. part I, p. 130.

Schale mit 3—4 wellenförmigen Einbuchtungen am Rande.

Brackwasser: Frankreich, Palavas (Peragallo): Südafrika (Cleve); Ecuador (Cleve).

Außer den oben beschriebenen Species gibt es noch mehrere andere zu den *Navic.* gehörige, die mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit dem Genus *Placoneis* zugesprochen werden könnten. Betreffs einiger hege ich nicht den geringsten Zweifel. Ich werde daher eine Liste dieser Arten nebst einer kurzen Be-

schreibung nach Cleve und Literaturangaben geben. Hinter den Namen der noch zweifelhaften Spezies steht ein Fragezeichen.

Placoneis gastrum (Ehr.) Mer.

Tafel 1, Fig. 17.

Pinnularia gastrum Ehrenberg, Amer. III: 7, f. 23, Mikrogeol. V: 1, f. 12. Ströse Klicken Diat. f. 1 b. — *Navicula gastrum* Donkin, Brit. Diat. p. 22, Pl. III, f. 10. Grunow, Arct. Diat. d. Belg. p. 87. Pl. VIII, fig. 25—27. Pantoczek, Foss. Bac. Ung. part III, Pl. III, f. 48. Cleve, Syn. Navic. Diat. part II, p. 22. *Navicula exigua* Pantoczek, l. c. Pl. III, fig. 45. — *Navicula varians* Gregory, Trans. Micr. Soc. III, p. 10, Pl. II, fig. 27, 28. — *Navicula Hoffmannii* Pantoczek, l. c. part II, p. 47. Pl. XIV, f. 245?

Schalen lanzettförmig bis elliptisch mit schwach schiffsschnabelförmigen, stumpfen Enden. Länge 0,024 bis 0,045 mm; Breite 0,012 bis 0,018 mm. Axialfläche sehr schmal. Zentralfläche breit, unregelmäßig, etwas quer. 8—10 Leisten in 0,01 mm; fein punktiert, in der Mitte gewöhnlich abwechselnd länger und kürzer.

Süßwasser: Schweden (Cleve); Finnland (Cleve); England (Cleve); Irland (Cleve); Belgien (V. H); Südrußland, Poltawa (Mer.); Karaische See (Cleve); Kap. Deschneff (Cleve); Neuseeland (Cleve); Illinois (Cleve).

Navicula exigua ist, wie wir gesehen haben, eine *Placoneis*. Aber diese Spezies wird von allen Diatomeen-Forschern (Grunow, Cleve, van Heurck) als eine bloße Varietät von *Navicula gastrum*[1]) betrachtet. Sie sind sich in der Tat sehr ähnlich, wie sich aus einem Vergleich von Fig. 16 und 17 dieser Tafel ergibt[2]). Die Leisten sind ein wenig weitläufiger in *P. gastrum*, doch ihre Anordnung ist genau dieselbe; auch hier sind die mittlern länger und kürzer. Der einzige Unterschied besteht in den breiten Enden von *P. gastrum*, ein Kennzeichen, das großen Veränderungen bei dieser Spezies unterliegt. Dieser Umstand macht es sehr wahrscheinlich, daß letztere keine *Navicula*, sondern auch eine *Placoneis* ist. Erweist sich dies als wahr, so müßte *Placoneis exigua P. gastrum* var. *exigua* heißen.

Aus demselben Grunde nehme ich an, daß *Navicula placentula* (Ehr.) gleichfalls eine *Placoneis* ist, denn Cleve sagt:[3]) „*Navicula placentula* ist sehr nahe mit *Nav. gastrum* verwandt, und es ist nicht einzusehen, warum sie nicht derselben Spezies zugeschrieben werden. Die mittlern Leisten sind bei *Nav. gastrum*, aber nicht bei *Nav. placentula*, abwechselnd länger und

---

[1]) Es muß indessen betont werden, daß *Navicula* oder vielmehr *Placoneis exigua*, von denen ich eine große Anzahl in Finnland untersucht habe, sehr konstant betreffs der Umrisse ihrer Schalen ist und ich niemals eine zu *Nav. gastrum* überleitende Form gefunden habe.

[2]) Fig. 16 ist 900 fach, Fig. 17 nur 600 fach vergrößert.

[3]) Cleve, A Synopsis of the Naviculoid Diatoms. Part II. p. 23.

kürzer; doch dieses Kennzeichen ist großen Schwankungen unterworfen. So hat z. B. die var. *Jenisseyensis* nur wenige, die var. *latiuscula* gar keine kürzeren mittleren Leisten."

Wichtiger ist, daß *Nav. placentula* grob liniierte oder fast punktierte Leisten hat. *Nav. anglica* ist nah verwandt mit *Nav. gastrum* und könnte als eine Varietät derselben angesehen werden. Tatsächlich gibt es keine Grenze zwischen diesen drei Spezies. Betreffs *Nav. anglica* vermute ich mit einigem Grunde, daß sie eine echte *Navicula* ist; sie ist vielleicht mit einer Form identisch, die ich in meinen „Etudes sur l'Endochrome des Diatomées" unter Nr. 34 (*Navicula species tertia*[1]) beschrieben habe. Cleve unterscheidet folgende Varietäten von *Placoneis* (*Navicula*) *gastrum*.

var. ***exigua*** Greg.

Weiter oben als *Placoneis exigua* beschrieben.

var. ***Jenisseyensis*** Grun.

Navicula gastrum var. *Jenisseyensis* Grunow, Arct. Diat. p. 31. Pl. I, f. 28. Cleve, Syn. Nav. Diat. part II, p. 23.

Navicula basilica Pantoczek, Foss. Bac. Ung. part III, P. VIII, f. 129?

Schale lanzettlich. Länge 0,038 bis 0,065 mm; Breite 0,011 bis 0,017 mm. Ungefähr 9 Leisten in 0,01 mm; sehr fein liniiert, in der Mitte weitläufiger, wo sich nur wenige kurze unter den längern finden.

Süßwasser oder Brackwasser. Jenissei (Grunow); Kap Deschneff (Cleve); Neuseeland (Cleve); Neu-Kaledonien (Coll. Kinker).

var. ***latiuscula*** Grun.

Navicula gastrum var. *latiuscula* Grunow, Arct. Diat. p. 31. Ströse Klicken Diat., f. 1a. Cleve, Syn. Nav. Diat. part II, p. 23.

Schale lanzettlich. Länge 0,024 bis 0,06 mm. Breite 0,012 bis 0,017 mm. 10—11 Leisten in 0,01 mm. Mittlere Leisten nicht abwechselnd länger und kürzer. Karische See (Cleve); Süß- und Brackwasser.

---

[1]) Siehe Etudes sur l'endochrome des Diat. (Mém. de l'Acad. d. sc. d. St. Pétersbourg. Vol. XI. 1901. Nr. 6. p. 16; Pl. III. f. 12—14).

Ich besitze jetzt Präparate von Diatomeen aus meiner Sammlung Nr. 104, in welcher ich diese Diatomee lebend beobachtet habe, und die einzige *Navicula*, auf welche Fig. 13 und 14 bezogen werden können, ist entweder *Navicula anglica*, die dort zusammen mit *Nav. gastrum* vorkommt, oder eine Form von *Navicula viridula*, die sehr *Navicula viridula* var. *rostellata* gleicht. Es mag die in A. Schmidts Atlas, Taf. 47, Fig. 31 und 32 abgebildete Form sein, der sie gleichfalls sehr ähnlich sieht.

Schweden, Upsala, Ronneby, Kalmar, fossil (Cleve); Finnland (Cleve); Ostkap, Ost-Liberia (Cleve), Cuxhaven (Grunow); Oberrohe und Klicken, fossil (Cleve).

var. ***boryana*** Pant.

Navicula gastrum var. *boryana* Pantoczek, Foss. Bac. Ung. Fl. II, p. 46. Cleve, Syn. Navic. Diat. part II, p. 23.

Schalen köpfchenförmigen Enden. Länge 0,046 bis 0,06 mm; Breite 0,017 bis 0,02 mm. 7,5 bis 8,5 Leisten in 0,01 mm, grob punktiert, 17 bis 18 Punkte in 0,01 mm. Mittlere Leisten ab wechselnd länger und kürzer. Seewasser. Ungarn fossil (Pant.).

Placoneis Lundströmii (Cl.) Mer.

Taf. 1, Fig. 14.

Navicula Lundströmii Cleve und Grunow, Arct. Diat. p. 13, 36. Pl. II, f. 39. Cleve, Syn. Navic. Diat. part 1, p. 140.

Schalen linearlanzettlich mit fast schiffsschnabelförmigen breiten Enden. Länge 0,034 bis 0,051 mm; Breite 0,011 bis 0,013 mm. Mittellinie mit Endspalten in derselben Richtung. Axialfläche schmal, etwas um den Zentralknoten erweitert. 16 (Mitte) bis 20 (Enden) Leisten in 0,01 mm, durchweg strahlenförmig, fein punktiert, in der Mitte von gleicher Länge.

Brackwasser. Karische See, Jamal (Cleve).

var. ***Frieseana*** Grun.

Taf. 1, Fig. 15.

Cymbella Frieseana Grunow in Cl. and Möll. Diat. No. 261. — *Navicula Lundströmii* var. *Frieseana* Cleve, Syn. Navic. Diat. part I, p. 140. Pl. V, fig. 18.

Schale mit breiten schiffsschnabelförmig-köpfchenähnlichen Enden, annähernd symmetrisch. Länge 0,032 bis 0,048 mm, Breite 0,012 bis 0,015 mm. 16 bis 20 Leisten in 0,01 mm (Mitte) oder 20 bis 22 in 0,01 mm an den Enden; in der Mitte strahlenförmig und von gleicher Länge, an den Enden strahlenförmig, deutlich punktiert; die Punkte (etwa 20 in 0,01 mm) bilden wellenförmige Längsreihen.

Brackwasser. Finmarken, Fana Elf (Cleve).

Höchst wahrscheinlich gehört diese Spezies zum Genus *Placoneis*; die var. *Frieseana*, die in ihren Umrissen so sehr *Plac. dicephala* gleicht, ist schwach, aber doch asymmetrisch sowohl betreffs der Form wie der Schalenstruktur; die Axialfläche ist breiter und die mittlern Leisten auf einer Seite weiter abstehend als auf der andern. Die Asymmetrie ist so ausgesprochen, daß Grunow infolgedessen diese Diatomee für eine *Cymbella* hielt. Und da var. *Frieseana* unzweifelhaft eine *Placoneis* ist, so gehört

die typische Spezies, mit der sie so nahe verwandt ist, sicherlich zu demselben Genus, und das um so mehr, als sogar beim Typus die mittlern Leisten ein wenig weitläufiger auf der einen als auf der andern Seite sind.

Von *Placoneis Lundströmii* kommen wir allmählich zu einer Reihe von Formen wie *Navicula subsalsa* Mer., *Nav. integra*, *Nav. protracta*. bei denen die mittleren Leisten bedeutend weitläufiger stehen als der Rest. Obschon eine solche Struktur allein kein absolut sicheres Kennzeichen bei der Aufstellung von Verwandtschaften unter den einzelnen Formen ist — denn es gibt Formen wie *Sellaphora pupula*, *S. bacilliformis*, *Caloneis silicula* var. *gibberula* und andere mit eben solchen mittleren Leisten, die doch zu andern Genera als den *Placoneis* gehören — so ist trotzdem die Ähnlichkeit von *Navicula crucicula* (Fig. 34) oder *Nav. integra* mit *Placoneis Lundströmii* (Fig. 14) so groß, daß sie höchst wahrscheinlich alle demselben Genus angehören.

Placoneis protracta (Grun.) Mer.

Taf. 1, Fig. 30.

Navicula (*crucicula* var.?) *protracta* Grunow, Arct. Diat. p. 35, Pl. II, Fig. 38. Foss. Diat. Öst.-Ung. p. 146. Pl. XXX, fig. 47. Van Heurck. Syn. d. Diat. d. Belg., p. 95. Pl. B, fig. 27. — *Navicula protracta* Cleve, Syn. Navic. Diat. part I. p. 140. — *Navicula Troglodytes* Pantoczeck, Foss. Bacill. Ung. Fl. II, p. 54. Pl. XI, fig. 184?

Schale linear mit schiffsschnabelförmigen abgestumpften Enden. Länge 0,022 bis 0,035 mm; Breite 0,008 bis 0,01 mm. Axialfläche sehr schmal, Zentralfläche sehr klein. In der Mitte 12, an den Enden 20 Leisten in 0.01 mm; schwach strahlenförmig in der Mitte, quer an den Enden, grob punktiert, etwa 17 Punkte in 0.01 mm.

Brackwasser: Salzsümpfe im Continent von Europa (Grun.); Belgien (V. H.); Ungarn fossil (Pant.); Kamerun (Cleve).

var. ***maxima*** Cl.

Navicula protracta var. *maxima* Cleve, Syn. Navic. Diat. part I, p. 140 (keine Abbildung!).

Länge 0,08, Breite 0,016 mm. Etwa 14—15 Leisten in 0,01 mm.

Süßwasser: Rio Purus, Brasilien (Deby, Coll.).

Unzweifelhaft gehört *Navicula protracta* zum Genus *Placoneis*. Bei van Heurck (Pl. 15, Fig. 27) ist die Schale schwach asymmetrisch in Form und Struktur abgebildet; die mittlern Leisten sind rechts auf der Abbildung weitläufiger als auf der linken Seite. Tatsächlich weicht *Placoneis protracta* nur sehr wenig von *Pl. Lundströmii* var. *Frieseana* ab (Tafel 1, Fig. 15), da

letztere dieselbe Ungleichheit hinsichtlich der Anordnung der beiderseits des Zentralknotens gelegenen mittlern Leisten aufweist.

Dies ist eine äußerst wichtige Tatsache, da alle Autoren darin übereinstimmen, daß *Placoneis protracta* sehr nahe mit *Navicula crucicula* und *Nav. subinflata* verwandt ist, und Peragallo sie sogar als bloße Varietät von *Nav. crucicula* betrachtet. Wenn also *Navicula protracta* fast unzweifelhaft eine *Placoneis* ist, so ist viel Grund zu der Annahme vorhanden, daß sie alle zu demselben Genus gehören.

Placoneis (?) subinflata (Grun.) Mer.
Taf. 1, Fig. 31.

Navicula subinflata. Grunow in Cleve, Vega Exped., p. 470, Pl. XXXVII, f. 50. Cleve, Syn. Navic. Diat. part 1, p. 141. Peragallo, Diat. mar. d. Fr., part. 1, p. 61, Pl. VII, f. 45. Schalen linear, mehr oder weniger höckerig in der Mitte, mit abgerundeten Enden. Länge 0,025 bis 0,04 mm; Breite 0,008 mm. Axialfläche undeutlich, Zentralfläche klein und unregelmäßig. Etwa 18—20 Leisten in 0,01 mm, fast parallel laufend. Die 3 oder 4 mittlern Leisten sind kürzer und weitläufiger als die andern. Frustula in der zonalen Ansicht rektangulär, Verbindungszone mit schwachen Längslinien.

In der See: Kap Wankarema (Cleve); Arktisches Amerika (Cleve); Norwegen, Grip (Cleve); Nordsee (Peragallo); Schwarzes Meer (Mer.)

var. **elliptica** Cl.
Taf. 1, Fig. 32.

Navicula subinflata var. *elliptica* Cleve, Syn. Navic. Diat., part I, p. 141. Peragallo, Diat. mar. d. Fr. part. I, p. 61, Pl. VII, fig. 44.

Schalen elliptisch mit gerundeten Enden. Länge 0,035 mm; Breite 0,013 mm; 18—20 Leisten in 0,01 mm.

In der See: Adriatisches Meer (Cl. M. D. N: 0 210).

Placoneis (?) integra. (W. Sm.) Mer.
Taf. 1, Fig. 35.

Navicula rostrata Gregory, Micr. Journ. v. IV, Pl. I, fig. 14.
Pinnularia integra W. Smith, Brit. Diat. part II, p. 96.
Navicula integra, Ralfs in Pritchard, Hist. of Infus., p. 895, Donkin, Brit. Diat., p. 40, Pl. VI, fig. 8. Cleve and Grunow, Arct. Diat. p. 16. Van Heurck, Syn. d. Diat. d. Belg., p. 96, Pl. XI, fig. 22. Cleve, Syn. Navic. d. Diat. part I, p. 141. Peragallo, Diat. mar. d. Fr., part. I, p. 61, Pl. VII, fig. 48. *Cymbella integra*, A. Schmidt, Atlas, Pl. LXXI, fig. 64—68. *Stauroneis Janishii*, Rabenhorst, Alg. Eur. 848.

Schalen lanzettlich-elliptisch, Ränder mit 3—5 wellenförmigen Einschnitten und schiffsschnabelförmigen, feinspitzigen Enden.

Länge 0,027 bis 0,03 mm; Breite 0.008 bis 0,009. Axialfläche undeutlich, Zentralfläche sehr klein. Etwa 23 Leisten in 0,01 mm, weitläufiger in der Mitte, schwach strahlenförmig an den Enden. Brackwasser: Holstein (Cleve); England (W. Smith); Belgien (V. H.).

A. Schmidt, der diese Diatomee *Cymbella integra* nannte, versuchte diese Spezies als *Monoplacata* anzusehen. Dies zeigt, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, daß wir es hier mit keiner *Navicula*, sondern einer *Placoneis* zu tun haben. Und wirklich! bei genauer Betrachtung der Abbildungen in A. Schmidts Atlas finden wir in der Tat die schlagendsten Analogien zwischen dieser Spezies, *Placoneis inflata*, *Pl. Lundströmii* u. a. m., und obschon die Umrisse hier völlig symmetrisch sind, so sind die Leisten auf einer Seite etwas weitläufiger als auf der andern, was deutlich in Schmidts Atlas Fig. 64 und 66 zu sehen ist.

Was mich anbetrifft, so hege ich nicht den geringsten Zweifel, daß *Nav. integra* eine *Placoneis* ist.

Placoneis (?) subsalsa Mer. nov. sp.
Taf. 1, Fig. 36.

Stauroneis crucicula Lagerstedt, Spitzb. Diat. p. 37. Pl. II, fig. 14, (nec W. Smith, Brit. Diat. I, p. 60, Pl. XIX, fig. 192). — *Navicula crucicula*, Donkin, Brit. Diat., p. 44, Pl. VI, fig. 14. Van Heurck, Syn. d. Diat. d. Belg., p. 96, Pl. X, fig. 15. Peragallo, Diat. mar. d. Fr., part. I, p. 60, Pl. VII, fig. 47.

Schale breit lanzettförmig mit abgeschwächten, etwas stumpfen Enden. Länge 0,045 bis 0,063 mm; Breite 0,015 bis 0,02 mm. Axialfläche schmal, Zentralfläche klein und gerundet. Leisten 16—17 in 0,01 mm, die mittlern stärker und weitläufiger, durchweg stark strahlenförmig, alle fein punktiert. Brackwasser: Spitzbergen (Lagerst.); Belgien (V. H.); Medoc (Peragallo); England (Donk.).

Unter dem Namen *Navicula crucicula* sind zwei verschiedene Spezies miteinander verwechselt worden. Die erste ist die alte *Stauroneis crucicula* W. Smiths [1]), eine Meerspezies, die kürzlich von G. Karsten in der Ostsee gefunden und beschrieben worden ist;[2]) die andere ist die *Stauroneis crucicula* von Lagerstedt (l. c.) und *Navicula crucicula* von Donkin, van Heurck (Syn. X, 15) und Peragallo (Diat. mar. de Fr. III, 47). Die erste hat einen schmalen, aber deutlichen, die Ränder erreichenden Stauros, der sowohl bei Smith als bei Karsten gut abgebildet ist; die Leisten werden quer in der Nähe der Schalenenden. Es ist eine typische *Stauroneis*. Die zweite Art ist ohne Stauros, aber die 4 oder 5 mittlern Leisten sind stärker und stehen viel weiter voneinander ab als die andern. Überdies sind

---

[1]) Smith, W., Brit. Diat. Vol. I. p. 60. Pl. XIX, fig. 192, nicht Fig. 191, die eine zu *Stauroneis anceps* gehörige Süßwasserform darstellt.

[2]) Karsten, G., Die Diatomeen der Kieler Bucht. 1898, S. 55, Fig. 52.

sie durchweg strahlenförmig. Karsten, der das Endochrom von *Stauroneis crucicula* untersucht hat, weist nach, daß diese Art zwei normale Endochromplatten längs der Verbindungszone hat, also genau so gebaut ist, wie ich es bei *Stauroneis phoenicenteron* und *S. anceps* gefunden habe. Folglich ist sie eine echte *Stauroneis* und gehört zu den Naviculoiden Diatomeen.

Die zweite Spezies, die *Navicula Stauroneis crucicula* Lagerstedts, van Heurcks und Peragallos, ist gänzlich von der *Stauroneis crucicula* W. Smith's verschieden und muß neu benannt werden. Ich schlage *Navicula subsalsa* vor, da sie sich in Brackwasser findet, und wenn sie, wie höchst wahrscheinlich, sich nur mit einer einzigen Endochromplatte versehen ausweist, so muß sie *Placoneis subsalsa* Mer. benannt werden.

So sehen wir, wie wichtig die Kenntnis des innern Baues der Diatomeen für die Aufstellung der echten Verwandtschaften ist; obschon *Stauroneis crucicula* W. Smith nach ihrem Gesamthabitus und der Struktur ihrer kieselhaltigen Hülle sehr nahe mit *Stauroneis salina* und *St. Gregorii* (siehe Fig. 18—20) verwandt zu sein scheint, so sind alle die Formen durch ihre innere Struktur doch scharf geschieden; die erstere hat zwei Endochromplatten und gehört zu den *Polyplacatae*, die beiden letztern haben nur eine Platte und gehören zu den *Monoplacatae*.

Es gibt zwei Varietäten von *Placoneis subsalsa*.

var. ***obtusata*** Grun.
Taf. 1, Fig. 33.

Navicula crucicula var. *obtusata* Grunow, Arct. Diat., p. 35, Pl. II, fig. 37. Cleve, Syn. Navic. Diat., part I, p. 140. Peragallo, Diat. mar. d. Fr., p. 61, Pl. VII, fig. 46.

Kleiner als der Typus, breit lanzettförmig, mit runden, stumpfen Enden. Länge 0,025 bis 0,05 mm; Breite 0,01 bis 0,016 mm. 17 Leisten in 0,01 mm.

Brackwasser: Normandie (Peragallo).

var. ***minuta*** Grun.

Stauroneis crucicula var. *minuta* Grunow, Verhandl., Wien 1860, p. 567, Pl. VI, f. 15. Cleve, Syn. Navic. Diat., part I, p. 140.

Schale breit lanzettlich mit schwach schiffsschnabelförmigen Enden. Seewasser: Adriatisches Meer (Grunow).

Diesem Genus gehören wahrscheinlich ferner an *Navicula placentula* Ehr., deren nahe Verwandtschaft mit *Placoneis exigua* und *Pl. gastrum* schon dargelegt wurde (siehe S. 3 u. 14), ferner *Navicula Heufleriana* Grun. (Cleve, Syn. Navic. Diat., part I, p. 130), von der Cleve sagt: „Diese Form ist sehr nahe mit *Navicula mutica* var. *ventricosa* verwandt, fast der einzige Unterschied liegt in dem Fehlen eines isolierten Punktes in der Zen-

tralfläche". Meiner Meinung nach wird das Genus *Placoneis* mit der Zeit sehr zahlreich sich erweisen.

Wir gehen jetzt über zur Untersuchung des zweiten Genus — *Staurophora*.

Staurophora nov. gen.

Schale symmetrisch, lanzettförmig. Axialfläche undeutlich, Zentralfläche in einen Querstauros erweitert. Struktur: kleine aber deutliche Punkte in schwach strahlenförmigen oder Querleisten angeordnet. Zone komplex.

Innere Struktur: Endochrom aus einer einzigen Platte bestehend, die auf der Verbindungszone ruht, und deren Ränder sich auf die Schalen zurückbiegen; sowohl Zonen wie Schalenteil sind mit breiten Längsspalten versehen. Zentrales Pyrenoid. Keine Libroplasten.

Alle bekannten Arten sind freie, in Brack- oder Seewasser lebende Formen.

Hinsichtlich der innern Struktur unterscheidet sich dies Genus nicht von *Placoneis*, oder irgend einem andern Genus der *Pyrenophoreae*. Nur das Vorhandensein eines Stauros unterscheidet es von *Placoneis*, und in dieser Hinsicht stehen beide Genera so zueinander wie *Navicula* und *Stauroneis*. Es möchte die Frage aufgeworfen werden, ob das Vorhandensein eines Stauros genügt, um ein separates Genus aufzustellen.

Es ist wahr, daß *Stauroneis* gewöhnlich nicht als ein Genus, sondern nur als eine Gruppe von *Navicula* betrachtet wird, und ich war früher derselben Meinung. Doch nachdem ich die innere Struktur einer Anzahl von Repräsentanten der Gruppe *Stauroneis* studiert hatte, bin ich zu dem Schlusse gekommen, daß sie von dem Genus *Navicula* getrennt werden muß. Bei dem letztern ist die Endochromplatte niemals (oder doch äußerst selten) mit Pyrenoiden versehen, wohingegen diese bei *Stauroneis* sich stets vorfinden und einen charakteristischen Zug aller Arten und Varietäten ausmachen. Einige Formen haben ein einziges zentrales Pyrenoid auf jeder Platte, andere haben zwei, einige vier bis sechs, und *Stauroneis phoenicenteron* hat sogar eine noch größere Anzahl von Pyrenoiden, bisweilen 12 auf jeder Platte.

Bei *Stauroneis* hat das Vorhandensein eines Stauros daher generischen Wert, und wenn dem so ist, so wird wohl dem Stauros von *Staurophora* auch derselbe Wert zugeschrieben werden müssen.

Staurophora salina (W. Sm.) Mer.

Taf. 1, Fig. 9—10, 18—19.

Stauroneis salina W. Smith, Brit. Diat., part I, p. 60, Pl. XIX, f. 188. Van Heurck, Syn. d. Diat. d. Belg., p. 68, Pl. X, f. 16. Lagerstedt, Bohusl., Diat., p. 47, f. 5. — *Navicula*

(Stauroneis) salina Cleve, Syn. Navic. Diat., part I, p. 145. Peragallo, Diat. mar. d. Fr., part. I, p. 56, Pl. VII, f. 21—24.

Schale lanzettförmig, veränderlich in ihrer Form, mit bisweilen etwas verlängerten, fast spitzen Enden. Länge 0,05 bis 0,08 mm; Breite 0,008 bis 0,014 mm. Axialfläche undeutlich, Stauros schmal, nach den Rändern zu schwach verbreitert, wo sich einige kurze Leisten finden. Leisten 15 bis 18 in 0,01 mm, quer, fein punktiert. Zone komplex.

Endochromplatte in ihrem mittlern Teil der Verbindungszone aufliegend; sehr breite Längssinus, Längslappen schmal, linear.

In der See: Nordsee (Cleve); Frankreich, Chaussey, Bretagne (Peragallo); Mittelmeer, Balearen (Cleve); Schwarzes Meer (Cleve, Mer.); Kalifornien (Mer.);

var.? ***latior*** Dannf. (1882).

Stauroneis salina var. *latior* Juhlin-Dannfelt, Balt. Diat., p. 32, Pl. III, f. 21. — *Navicula (Stauroneis) salina* var. *latior.* Cleve, Syn. Navic. Diat., part I, p. 145.

Schale breit lanzettförmig mit stumpfen, schiffsschnabelförmigen Enden. Brackwasser: Ostsee, Finnischer Meerbusen (Dannf.).

Nach ihrer innern Bauart gehört *St. Salina* zu demselben Typus wie *Placoneis mutica* und gleicht besonders der var. *Goeppertiana* (Fig. 7). Wie bei dieser liegt die Endochromplatte ihrer ganzen Länge nach der Verbindungszone an und ist in ihrem mittlern Teile nicht durch einen freien Raum geteilt wie bei *P. exigua* und *P. dicephala* (Fig. 2, 11). Die vorliegende Spezies wie auch die folgende unterscheidet sich indessen von *Pl. mutica* und var. *Goeppertiana* durch die sehr breiten Längssinus des Endochroms, besonders die seitlichen oder valvären Sinus. Infolgedessen sind die Lappen nicht mehr zungenförmig wie z. B. bei var. *Goeppertiana* (Fig. 7), sondern sehr schmal und linear. In kleinen Exemplaren wie auf Fig. 10 erscheinen die Lappen bei schräger Stellung der Frustula wie acht schmale parallele Streifen; bei var. *Goeppertiana* sind sie niemals so schmal. Das Pyrenoid ist deutlich und sichtlich hervortretend, also in dieser Hinsicht an var. *Goeppertiana* erinnernd. Die Elaeoplasten sind nicht genügend bekannt; sicherlich hat diese Spezies keine Libroplasten; das Exemplar der Abbildung besaß nur wenige, sehr kleine Sparsioplasten nahe dem Pyrenoid, und ein Elaeoplast fand sich am Ende eines Lappens. Bei dem Exemplar Fig. 9 waren keine Elaeoplasten zu finden.

Von dieser Spezies habe ich nur wenige lebende Individuen in Kalifornien im Hafen San Pedro getroffen, wo reines Seewasser ist, und in Lagunen bei San Pedro, wo das Wasser bei dem seltenen Regen zur Winterszeit mehr oder weniger brackig wird. Die Größenverhältnisse von zwei Individuen betrugen

Länge 0,067, 0,05 mm.
Breite 0,016, 0,012 „

Das dritte Exemplar, das ich in einer Lagune bei San Pedro fand, war nur 0,036 mm lang und gehörte anscheinend zu derselben Spezies, obschon ich hierin nicht ganz sicher bin. (Nach Cleve variiert die Größe nur von 0,05 mm aufwärts).

Staurophora Gregorii (Ralfs) Mer.

Tafel 1, Fig. 20.

Stauroneis Gregorii Ralfs, Pritchard, Hist. of Infus. p. 913. Grunow, Arct. Diat., p. 47. Pl. III, f. 64. Van Heurck, Syn.

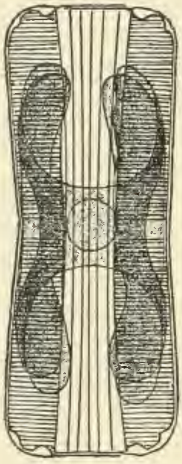
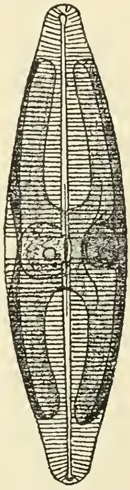


Fig. 13.



Eig. 14.

Staurophora Gregorii mit Zellinhalt. Fig. 13 — Gürtelseite; Fig. 14 — Schalenseite (nach G. Karsten).

d. Diat. d. Belg., p. 68, Suppl. Pl. A., f. 4. — *Navicula (Stauroneis) Gregorii* Cleve, Syn. Navic. Diat., part I, p. 145. Peragallo, Diat. mar. de Fr., part. I, p. 56. Pl. VII, f. 25, 26. — *Stauroneis Amphioxys* Gregory, Trans. Micr. Soc. IV, p. 48, Pl. V. f. 23. — *Brebissonia staurophora* Karsten, Diat. Kieler Bucht, p. 96, f. 119.

Schale lanzettförmig oder linear lanzettförmig, sich allmählich von der Mitte nach den stumpfen Enden hin verjüngend. Länge 0,05 bis 0,1 mm; Breite 0,01 bis 0,013 mm. Stauros breit, offen daliegend. 16—20 Leisten in 0,01 mm, fast parallel.

Brackwasser: Karisches Meer (Cleve); Ostsee (Karsten); Nordsee (Cleve, Mer.); Kaspisches Meer (? Grunow); nordamerikanische Küste des Atlantischen Ozeans, Cap May (Cleve).

Cleve (l. c. p. 146) fügt noch folgendes über diese Art hinzu: „*S. Gregorii* unterscheidet sich von *S. salina* durch den

breiten Stauros. *S. pacifica* Castr. (Challeng. Voy. p. 25, Pl. XX, f. 9) mit mehr lanzettförmigen Umrissen ist wahrscheinlich eine Varietät, welche jedoch zum Zwecke der Identifizierung noch zu ungenügend beschrieben worden ist. Eine kleine Form von *S. Gregorii* von der Mündung der Somme (Frankreich) ist von Grunow var. *diminuta* benannt worden" (in Cleve u. Möller, Diat., Nr. 247, 255).

Dieselbe Art ist von G. Karsten untersucht und beschrieben worden, der es mit einer neuen, zum Genus *Brebissonia* gehörigen Spezies zu tun zu haben glaubte und sie daher *Brebissonia staurophora* nannte. Ich halte dies für einen Irrtum; diese Diatomee ist weder eine neue Art, noch gehört sie zum Genus *Brebissonia.*

Vielmehr ist es die bekannte *Stauroneis Gregorii*[1]). Tatsächlich ist die von Karsten beschriebene Diatomee dieser letztern in jeder Hinsicht gleich: Die Größe (Länge 0,04 bis 0,065 mm, Breite 0.010—0,015 mm) und die bei dieser Art etwas veränderliche Schalenform ist dieselbe; 15—20 Querleisten in 0,01 mm, der breite Sauros, das Fehlen einer Axialfläche — alles stimmt überein. Ich finde keinen Unterschied zwischen beiden. Karsten hat eine neue und sehr interessante Tatsache bei dieser Spezies herausgefunden, nämlich die Komplexität der Zone. Ob die Zone auch bei *S. salina* komplex ist, wage ich nicht zu entscheiden, obschon es bei der Verwandtschaft beider Arten sehr wahrscheinlich ist. Ich habe nicht das Vorhandensein von Längsstreifen an lebenden Exemplaren beobachtet; aber ich habe Punkte auf den Rändern der Frustula gesehen, die auf longitudinale Teilungen der Zone hinweisen. Schließlich stimmt auch die innere Struktur beider Arten überein, obschon die Lappen hier nicht ganz so schmal sind als bei *St. salina.*

Karsten reiht die in Frage kommende Diatomee dem Genus *Brebissonia* ein, weil ihre einzige Endochromplatte dieselbe Form und Anordnung zeigt wie bei *Brebissonia Boeckii.* Dies ist jedoch kein genügender Grund hierfür, denn die gleiche Endochromstruktur findet sich in einer ganzen Reihe von Genera, z. B. bei *Anomoeoneis*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Placoneis*, ja, es ist die typische Struktur aller *Pyrenophoreen.* Das Genus *Brebissonia* hat zwei Besonderheiten, den sehr verlängerten Zentralknoten und das Vorhandensein von Stielen, welche beide bei *Staurophora Gregorii* fehlen. Anderseits steht der Schalenbau der vorliegenden Art und noch mehr der von *S. salina* dem von *P. mutica* sehr nahe, obschon es zuerst nicht so aussieht. Bei letzterer findet sich ebenfalls ein so stark markierter Stauros, daß Hilse und Lagerstedt diese Spezies zum Genus *Stauroneis* rechneten. Es ist wahr, daß bei *P. mutica* der Stauros oder, richtiger gesagt, die Zentralfläche, mit kurzen Randleisten versehen ist; aber dieselben, allerdings noch kürzern Leisten sind auch bei *Staurophora salina* vorhanden. Daher glaube ich, daß

[1]) Professor Cleve schreibt mir, daß er meine Ansicht teile.

das Genus *Staurophora* von einer Abteilung von *Placoneis* abstammt, die sich durch einen rudimentären Stauros auszeichnet und durch *Pl. mutica* repräsentiert wird. Die Abteilung muß eine komplexe Zone gehabt haben.

Die Tatsache, daß *S. salina* und *S. Gregorii* sich als zu *Staurophora* gehörig erwiesen haben, also als *Pyrenophoreen* (mit einer Platte) und nicht als naviculoide Diatomeen (mit zwei Platten), ist von großem Interesse. Diese Tatsache beweist, daß nur die innere Struktur uns als sicherer Wegweiser bei der Aufstellung der Verwandtschaften unter Diatomeen dienen kann.

Alle Spezies von *Stauroneis* gehören indessen nicht zu dem neuen Genus *Staurophora*. *Stauroneis phoenicenteron* und *St. anceps* wie auch seine sorgfältig von mir studierten Varietäten sind echte naviculoide Diatomeen mit zwei symmetrisch angeordneten Platten längs der Verbindungszonen, ebenso *Stauroneis crucicula* W. Sm., wie oben angegeben worden war. *Stauroneis spicula* hat auch zwei Platten.

Über die Verwandtschaften des Genus *Placoneis*.

Das Hauptmerkmal dieses Genus wie auch des verwandten Genus *Staurophora* besteht in der Kombination einer symmetrischen Struktur und Form der Schalen mit einer einzigen asymmetrisch angebrachten Endochromplatte. Diese Genera bestehen aus verschiedenen Diatomeen, die bisher alle mit echten *Naviculae* verwechselt worden sind, mit denen sie allerdings in den kieselhaltigen Teilen übereinstimmen. Sie gehören verschiedenen Gruppen des Genus *Navicula* an, nämlich den Gruppen: *Microstigmaticae (Staurophora salina, S. Gregorii)*, *Lineolatae (Placoneis exigua, P. dicephala)*, *Mesoleiae (P. mutica)*. Wahrscheinlich werden sich auch einige Mitglieder der Gruppe *Decipientes* als zum Genus *Placoneis* gehörig ausweisen (z. B. *Navicula Lundströmii*).

Ich lasse eine Liste der Formen folgen, die entweder mit Gewißheit oder doch mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit aus dem Genus *Navicula* auszuscheiden haben und zu den Genera *Placoneis* oder *Staurophora* zu verweisen sind.

Naviculae lineolatae.

Navicula dicephala	=	*Placoneis dicephala.*
„ *exigua*	=	„ *exigua.*
„ *gastrum*	=	„ *gastrum.*
„ *placentula*	=	„ *placentula* (?)

Naviculae mesoleiae

Navicula mutica	=	*Placoneis mutica.*
„ *Heufleriana*	=	„ *Heufleriana* (?)

Naviculae decipientes.

Navicula integra	=	*Placoneis integra (?)*
„ *Lundströmii*	=	„ *Lundströmii.*
„ *subinflata*	=	„ *subinflata (?)*
„ *crucicula*	=	„ *subsalsa (?)*
„ *protracta*	=	„ *protracta (?)*

Naviculae Microstigmaticae.

Navicula (Stauroneis) salina	=	*Staurophora salina.*
„ „ *Gregorii*	=	„ *Gregorii.*

Bezüglich der Stellung des Genus *Placoneis* in der Gruppe der *Pyrenophoreen* müssen wir die kieselhaltigen Teile in Betracht ziehen. Die innere Struktur ist etwa dieselbe wie bei irgend einem andern Genus der *Pyrenophoreen*; das Endochrom zeigt keinerlei besondere, scharf hervortretende Eigentümlichkeit von generischem Werte. Allerdings tritt der breite, den mittlern Plattenteil von den Wänden trennende Raum hier stärker hervor als irgendwo sonst, doch ist dies Merkmal nicht konstant, denn es fehlt gänzlich bei *P. salina* und *P. mutica*. Andrerseits existiert ein solcher Raum bei vielen Spezies des Genus *Cymbella*, obschon er nie eine solche Ausdehnung erreicht wie bei *P. exigua* und *P. dicephala*.

Hinsichtlich der kieselhaltigen Teile können alle *Pyrenophoreen* in zwei Gruppen zerlegt werden, solche mit symmetrischen und solche mit asymmetrischen Schalen. *Placoneis* gehört mit *Anomoeoneis* und *Brebissonia* zu der ersten Gruppe. Von *Anomoeoneis* unterscheidet sich das neue Genus durch den Bau seiner Schalen. Bei *Anomoeoneis* ist die Zentralfläche bisweilen asymmetrisch, nach einer Seite hin erweitert, oder wenn symmetrisch, so ist sie mit den Seitenflächen in einen leierförmigen Raum vereinigt. Die Punkte der Leisten sind nicht allein quer, sondern auch in wellenförmig oder schräg laufenden Längsreihen angeordnet. Eine derartige Struktur findet sich bei keiner Spezies von *Placoneis*.

Bei *Brebissonia* genügen gleichfalls zwei Merkmale zur Trennung dieses Genus von *Placoneis*. Zuerst die sonderbare Struktur des Zentralknotens, der sehr verlängert ist, und dessen Zentralporen weit voneinander getrennt sind. *Placoneis* hat diese Eigentümlichkeiten nicht. Überdies ist *Brebissonia* eine sitzende, auf verzweigten Stengeln lebende Form, während alle *Placoneis* freie Formen sind.

Betreffs der Verwandtschaft von *Placoneis* mit den asymmetrischen Genera der *Pyrenophoreen* müssen wir zunächst ihre Beziehungen zu *Cymbella* untersuchen. Durch Formen wie *Placoneis dicephala* ist dies Genus eng mit *Cymbella* verwandt, in welches es allmählich durch solche Arten wie *C. amphicephala* und *C. naviculiformis* übergeht. Cleve[1]) zögert nicht, *P. dice-*

[1]) Cleve, P., A Synopsis of the Naviculoid Diatoms. Part I. p. 15.

phala als den direkten Vorfahr einer ganzen *Cymbella*-Gruppe zu erklären und durch beifolgenden Stammbaum zu erläutern:

C. lanceolata *C. Janischii*

C. oregonica *C. cistula*

C. heteropleura *C. tumida* *C. Ehrenbergii*

Cymbella naviculiformis *Cymbella amphicephala*

Placoneis dicephala.

Anderseits haben wir in *P. mutica* eine Form, welche (wenn nicht sie selbst, dann doch wenigstens als Repräsentant einer gewissen Gruppe) als direkter Vorfahr des Genus *Gomphonema* oder einer seiner Abteilungen betrachtet werden kann. Das Genus *Gomphonema* setzt sich bekanntlich zusammen aus den *Stigmaticae* und den *Astigmaticae*, von denen die erstern auf einer Seite des Zentralknotens einen isolierten Punkt, ein Stigma besitzen. Bemerkenswerterweise kommt dieses Stigma auch bei einer bisher als *Navicula (N. mutica)* betrachteten Form vor, und gerade diese Spezies hat genau dasselbe Endochrom wie *Gomphonema.* Ein derartiges Zusammentreffen weist zweifellos auf eine nahe Verwandtschaft zwischen *Placoneis mutica* und den *Gomphonemae stigmaticae* hin.

Folglich kann *Placoneis*, das durch solche Formen wie *P. dicephala* Stammgruppe des Genus *Cymbella* ist, gleichzeitig auch als Stammgruppe des Genus *Gomphonema* angesehen werden.

Durch diese Tatsache wird dem Genus *Placoneis* eine große Bedeutung beigelegt. Letzteres ist ein sehr wünschenswertes „missing link" zwischen den symmetrischen und den asymmetrischen *Pyrenophoreen.* Daß die asymmetrischen Formen von symmetrischen abstammen, unterliegt keinem Zweifel, soweit aber haben diese Formen keine direkten Vorfahren, denn weder *Anomoeoneis* noch *Brebissonia* können als solche betrachtet werden. Nun haben wir jedoch die Stammgruppe im Genus *Placoneis* gefunden.

Die folgende Synopsis der zu den *Pyrenophoreen* gehörigen Genera soll ihre Unterscheidung erleichtern und zugleich als Schlüssel für ihre Bestimmung dienen.

- Schale symmetrisch.
  - Zentralknoten sehr verlängert, Frustula, an Stielen lebend *Brebissonia.*
  - Zentralknoten normal. Freie Formen
    - Punkte Längsreihen bildend. Zentralfläche einseitig erweitert oder mit den Seitenflächen vereint . . . . *Anomoconeis.*
    - Keine derartige Struktur
      - Stauros . *Staurophora.*
      - Kein Stauros . *Placoneis.*
- Schale asymmetrisch.
  - Beide Schalen ähnlich. Frustula gerade.
    - Schale asymmetrisch in der Richtung der Längsachse.
      - Endochromplatte auf der dorsalen Verbindungszone *Cymbella.*
      - Endochromplatte auf der ventralen Verbindungszone.
        - Endknoten sehr entfernt vom Ende und stark verlängert; komplexe Libroplasten *Encyonema.*
        - Nicht so, Libroplasten einfach *Clevamphora*[1]).
    - Schale asymmetrisch in der Richtung der Vertikalachse . . . . *Gomphonema.*
  - Schalen asymmetrisch, Frustula in der Zonalansicht gebogen . . . . *Rhoicosphenia.*

Eine *Placoneis* ist folglich eine symmetrische *Pyrenophorea*, die weder eine *Anomoconeis* noch eine *Brebissonia* oder *Staurophora* ist.

In einer Reihe kleiner Monographien[2]) habe ich gezeigt, daß das Genus *Navicula* kein natürliches Genus im gewöhnlichen Sinne ist, sondern ein Gemisch heterogener Formen, die häufig in gar keiner Beziehung zu *Navicula* stehen. Eine große Anzahl dieser Formen repräsentiert verschiedene neue Genera, die zu weit getrennten Gruppen von Diatomeen gehören. Solche sind *Stauronella*, *Okedenia*, *Sellaphora*, *Catenula*.

Das Genus *Clevia*, welches ich für die *Naviculae Punctatae* und *Lyratae* aufstellen möchte, kennzeichnet sich durchweg durch die Stellung der Endochromplatte auf den Schalen, ein Kennzeichen von genügender Bedeutung, um diese Formen

---

[1]) Ich setze lieber *Clevamphora* für die *Amphora* sensu strict. of Cleve.

[2]) Mereschkowsky, C., On *Stauronella*, a new genus of Diatoms. (Ann. a. Magaz. of Nat. Hist. Vol. VIII. p. 424. 1901).

Mereschkowsky, C., On *Okedenia*. (l. c. p. 415.

Mereschkowsky, C., On *Sellaphora*, a new genus of Diatoms. (l. c. Vol. IV. p. 185. 1902).

Mereschkowsky, C., Sur *Catenula*, un nouveau genre de Diatomées. (Scripta botanica St. Pétersbourg. 1902.)

vom Genus *Navicula* zu trennen. Ihr allgemeiner Habitus (die Schalen sind gewöhnlich sehr breit) wie auch die Struktur der Schalen sind weitere Beweise für die Richtigkeit eines solchen Vorgehens. So gereinigt repräsentiert das Genus *Navicula* sensu emendato eine sehr natürliche Gruppe, die sich aus Formen mit zwei auf beiden Verbindungszonen ruhenden Endochromplatten zusammensetzt. Es erscheint jedoch wünschenswert, dieses Genus durch Ausschließung einiger von Cleve aufgestellten Genera wie *Diploneis*, *Caloneis*, *Pinnularia* und *Trachineis* noch mehr zu beschränken. Das Genus *Diploneis* besonders ist ein sehr gutes und natürliches Genus, und es wundert mich, daß so viele hervorragende Diatomeen-Forscher es noch nicht aufgenommen haben. Doch glaube ich, daß dies früher oder später geschehen wird. *Trachyneis* ist wegen der Verschiedenheit in der Struktur der Schalen sicherlich keine *Navicula*.

Ich lasse eine Liste derjenigen Spezies oder Gruppen von *Naviculae* folgen, die entweder gar keine oder keine echten *Naviculae* sind:

Navicula	*scopulorum*	=	***Okedenia*** *scopulorum* (*Okedeniae*).
„	*constricta*	=	***Stauronella*** *constricta* (*Archaideae*).
„	*pupula*	=	***Sellaphora*** *pupula* (*Monoplacatae*).
„	*balliformis*	=	„ *balliformis* „
„	*adhaerens*	=	***Catenula*** *adhaerens* (*Monoplacatae*).
„	*exigua*	=	***Placoneis*** *exigua* (*Pyrenophoreae*)
„	*dicephala*	=	„ *dicephala* „
„	*mutica*	=	„ *mutica* „
„	*Lundströmii*	=	„ *Lundströmii* „
„	*salina*	=	***Staurophora salina*** „
„	*Gregorii*	=	„ *Gregorii* „
Naviculae	*punctatae* }	=	***Clevia*** (*Diplacatae*, *Cleviaceae*).
„	*lyratae* }		
Navicula	*tuscula*	=	„ „ „
Naviculae	*complexae*	=	*Libellus* (*Libellaceae*).
„	*sculptae*	=	*Anomoeoneis* (*Pyrenophoreae*).
„	*asperae*	=	*Trachyneis* (*Diplacatae*).
„	*abbreviatae*		
„	*formosae*		
„	*lineares*	=	*Caloneis* (*Diplacatae*).
„	*limosae*		
„	*quadriseriatae*(?)		
Navicula	*affines*	=	*Neidium*[1]) (*Tetraplacatae*).
Naviculae	*ellipticae* }	=	*Diploneis* (*Diplacatae*).
„	*didymae* }		

[1]) *Neidium* ist ein sehr natürliches Genus. Die von Pfitzer gegebene Beschreibung seiner innern Struktur und des Teilungsmodus der Endochromplatten ist nicht richtig. Es sind stets vier und nicht zwei Platten vorhanden, von denen jede ein zentrales Pyrenoid hat. Diese Platten befinden sich auf der Oberfläche der Schalen und sind der Länge nach zu teilen. Niemals finden sich Libroplasten bei diesem Genus.

Naviculae pinnulariae = *Pinnularia* (*Diplacateae*).
„ *stauroneis pp.* = *Stauroneis* (*Diplacatae*).

Kasan, den 3. (15.) Nov. 1902.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. *Placoneis exigua* (Greg.) Mer. *l v* = ventrale oder Bauchlappen; *l d* = dorsale oder Rückenlappen; *tt* = Endteil der auf der dorsalen Verbindungszone ruhenden Endochromplatte; *m e* = mittlere Aushöhlung des Randes der Platte; *pr* = Pyrenoid. Finnland (siehe auch Fig. 16).

Fig. 2. *Placoneis exigua* (Greg.) Mer., ein Exemplar mit weniger entwickelten Lappen; *lp*, *lp* = Libroplasten; *n* = nucleus; *sp* = breiter Raum, der den mittlern Teil der Platte von den Wänden der Frustula trennt. Finnland.

Fig. 4—6. *Placoneis mutica* (Kütz.) Mer., Schalenseite; *pr* = Pyrenoid. Finnland. (Siehe auch Fig. 23.)

Fig. 7. *Placoneis mutica* var. *Goeppertiana* Bleisch. Schalenseite; *l v* = Bauchlappen; *l d* = dorsaler Lappen. Kalifornien. (Siehe auch Fig. 24, 25.)

Fig. 8. *Placoneis mutica* var. *Goeppertiana* Bleisch. Von der Gürtelseite aus gesehen. Kalifornien.

Fig. 9—10. *Staurophora salina* (W. Sm.) Mer. Schalenseite; *l d* = dorsale Lappen; *l v* = ventrale Lappen. Kalifornien. (Siehe auch Fig. 18—19).

Fig. 11—12. *Placoneis dicephala* (Ehr.?) Mer. Schalenseite *l d* = rudimentäre dorsale Lappen; *l v* = ventrale Lappen; *l* = Elaeoplasten, wahrscheinlich Libroplasten; *pr* = Pyrenoid; *b* = mittlerer Teil der Endochromplatte, der sich über das Pyrenoid erstreckt; *me* = mittlere Aushöhlung des Plattenrandes. Kalifornien. (Siehe auch Fig. 21 u. 22.)

Fig. 13. *Placoneis dicephala* (Ehr.?) Mer. Von der Gürtelseite gesehen. Kalifornien.

Fig. 14. *Placoneis Lundströmii* (Cl.) Mer., nach Grunow. (Arct. Diat. Pl. II, fig. 39.)

Fig. 15. *Placoneis Lundströmii* var. *Friescana* (Grun.) Mer., nach Cleve (Synopsis Navic. Diat. part I, Pl. V, fig. 18).

Fig. 16. *Placoneis exigua* (Greg.) Mer., eine Schale von derselben Sammelreise (Kuokkala, Finnland), bei der auch die lebenden Exemplare fig. 1—3 beobachtet worden sind. (Siehe auch Fig. 1—3).

Fig. 17. *Placoneis gastrum* (Ehr.?) Mer., nach van Heurck (Syn. d. Diat. d. Belg., Pl. VIII, fig. 25).

Fig. 18—19. *Staurophora salina* (W. Sm.) Mer., nach Peragallo (Diat. mar. d. Fr., Pl. VII, fig. 24, 23). Siehe auch Fig. 9—10.

Fig. 20. *Staurophora Gregorii* (Ralfs) Mer., nach Peragallo (Diat. mar. d. Fr., Pl. VII, fig. 25).

Fig. 21—22. *Placoneis dicephala* (Ehr.?) Mer., nach van Heurck (Syn. d. Diat. d. Belg., Pl. VIII, fig. 33—34). Siehe auch Fig. 11—13.

Fig. 23. *Placoneis mutica* (Kütz) Mer., nach Peragallo (Diat. mar. d. Fr., Pl. VII, fig. 37). Siehe auch Fig. 4—6.

Fig. 24—25. *Placoneis mutica* var. *Goeppertiana* Bleisch, nach Peragallo (Diat. mar. d. Fr., Pl. VII, fig. 38, 39). Siehe auch Fig. 7—8.

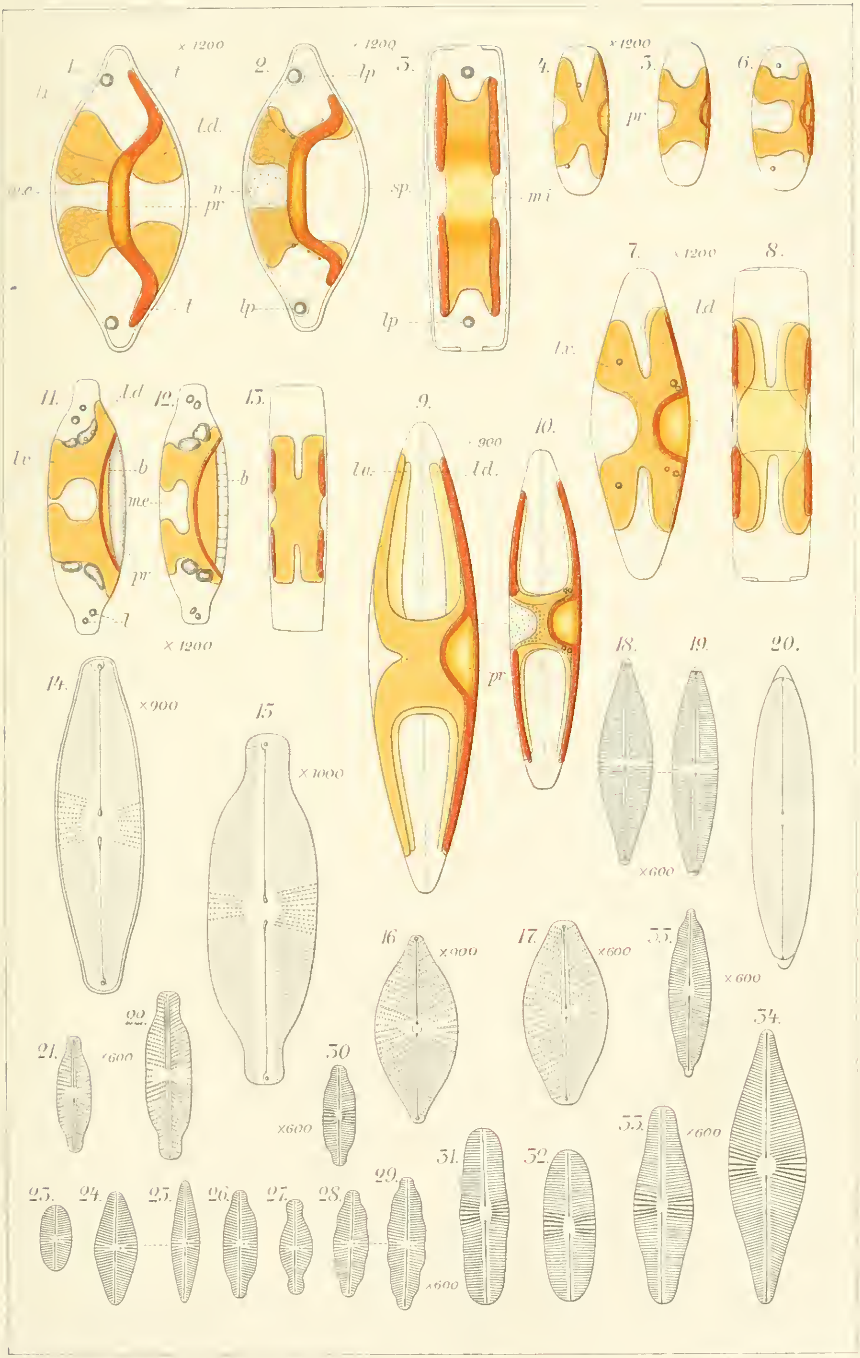
Fig. 26. *Placoneis mutica* var. *producta* Grunow, nach Peragallo (Diat. mar. d. Fr., Pl. VII, fig. 40).

Fig. 27. *Placoneis mutica* var. *ventricosa* Kütz, nach Peragallo (Diat. mar. d. Fr., Pl. VII, fig. 41).

Fig. 28—29 *Placoneis mutica* var. *undulata* Hilse, nach Peragallo (Diat. mar. d. Fr., Pl. VII, fig. 42).

Fig. 30. *Placoneis protracta* (Grun.) Mer., nach Peragallo (Diat. mar. d. Fr., Pl. VII, fig. 43).

Fig. 31. *Placoneis* (?) *subinflata* (Grun.) Mer., nach Peragallo (Diat. mar. d. Fr., Pl. VII. fig. 45).
Fig. 32. *Placoneis* (?) *subinflata* var. *elliptica* Cl., nach Peragallo (Diat. mar. d. Fr,, Pl. VII, fig. 44).
Fig. 33. *Placoneis* (?) *subsalsa* var. *obtusata* Grun., nach Peragallo (Diat. mar. d. Fr., Pl. VII, Fig. 46).
Fig. 34. *Placoneis* (?) *subsalsa* Mer., nach Peragallo (Diat. mar. d. Fr., Pl. VII, fig. 47).
Fig. 35. *Placoneis* (?) *integra* (W. Sm.) Mer., nach Peragallo (Diat. mar. d. Fr., Pl. VII, fig. 48).



Gustav Fischer

Morphologisch-physiologische Betrachtungen über *Cyanophyceen.*

Von

F. Brand, München.

(Mit Tafel 2.)

Ein Überblick über die deutsche botanische Literatur zeigt, daß innerhalb der im Vergleiche zu anderen Pflanzengruppen von den Forschern weniger berücksichtigten Klasse der Algen die *Cyanophyceen* von dieser Zurücksetzung in erster Linie betroffen werden. Abgesehen von gelegentlichen deskriptiv-systematischen Angaben, ist es nur die Frage nach dem feineren Bau der *Cyanophyceen*-Zelle gewesen, welche im Laufe der letzten Jahre eine größere Anzahl von Publikationen veranlaßt hat; über allgemein morphologische, entwicklungsgeschichtliche und physiologische Verhältnisse sind mir aber aus unserer Literatur nur wenige Mitteilungen bekannt geworden.

Der Grund hierfür dürfte in dem Umstande zu suchen sein, daß sich die *Cyanophyceen* noch weniger als andere Algen zu Gelegenheits-Arbeiten verwerten lassen, welche durch das Streben nach Vielseitigkeit angeregt werden. Untersuchungen auf diesem Gebiet erfordern aber immer ein mit großem Zeitverluste verbundenes eigenes Vorstudium, da die allgemeinen Verhältnisse unserer Gruppe offenbar noch recht ungenügend bekannt sind und die Angaben der zusammenfassenden Werke nicht durchweg eine sichere Grundlage bieten. Keinesfalls sind diese Verhältnisse so einfach und stabil, wie sie gewöhnlich dargestellt werden, sondern die Beschränkung der *Cyanophyceen* auf einfache Zellformen und eine kleine Anzahl von Organtypen und Vermehrungsarten scheint durch eine desto größere biologische Beweglichkeit innerhalb dieses beschränkten Kreises ausgeglichen zu sein. Deshalb ist es schwer, den richtigen Pfad zu finden, welcher sich zur Zeit zwischen einer oft nur momentane Zustände dieser Algen berücksichtigenden Systematik und einem unkritischen Polymorphismus hindurchwindet.

Unter den erwähnten Verhältnissen schien es mir geboten, auch die schwerer zugängliche ausländische Literatur zu prüfen und die hierbei erhaltenen Resultate den eigenen Beobachtungen vorauszuschicken. Die am Schlusse zusammengestellten Arbeiten habe ich, insoweit nicht das Gegenteil angegeben ist, im Originale eingesehen.

Meine eigenen Beobachtungen an *Cyanophyceen*, deren Beginn ein Dezennium zurückdatiert, waren ursprünglich vorwiegend auf systematische Zwecke gerichtet. Allmählich hat sich aber das Bedürfnis nach Aufklärung über gewisse Fragen allgemeiner Natur immer mehr in den Vordergrund gedrängt, und ich habe die Zusammenstellung des mir vorliegenden Materiales nunmehr von dieser Seite her in Angriff genommen.

Dauerzellen (Sporen.)

Zu den Dauerzellen werden bekanntlich von manchen Autoren alle Zellen gerechnet, welche als nicht teilungsfähig gelten, und somit auch die Grenzzellen. Letztere werde ich in einem eigenen Abschnitte behandeln.

An dieser Stelle soll nur von jenen Organen die Rede sein, welche durch morphologische Differenzierung gewöhnlicher Zellen, und zwar ohne Zellverjüngung entstanden, zur Ertragung sehr ungünstiger äußerer Verhältnisse und zur Überstehung einer Ruhezeit befähigt sind und dann nach Sprengung ihrer Membran in vegetativen Thallus auskeimen. Neubildung einer Membran um den Zellinhalt, d. i. Verjüngung, findet hier erst bei der Keimung statt.

Bezüglich der Benennung dieser Zellen und insbesondere inbezug auf ihre Bezeichnung als „Sporen", begegnen wir in der algologischen Literatur ganz entgegengesetzten Anschauungen, so daß zur Vermeidung von Mißverständnissen eine Gegenüberstellung derselben angezeigt erscheint.

Während A. Braun (16. p. 143) gerade die uns beschäftigenden Organe „bei welchen nur das Innere sich zur Keimpflanze entwickelt, die Haut aber abgelegt wird", als „wahre Sporen" bezeichnet, dagegen die direkt in Keimung übergehenden Vermehrungszellen der Algen, insbesondere alle Schwärmsporen als „Gonidien" auffaßt, läßt Cohn (19. p. 84) nur Organe letzterer Art, welche durch freie Zellbildung entstanden sind, als Sporen gelten und betont, daß die sogenannten Sporen (im Sinne A. Brauns) der *Cyanophyceen* keine Sporen, sondern nur gewöhnliche Vegetationszellen von eigentümlicher Größe und Ausbildung seien.

Auf demselben Standpunkte steht Falkenberg (22. p. 169), indem er die Sporen der Algen als nackte Primordialzellen definiert, entweder bewegliche: Zoosporen, oder unbewegliche: Tetrasporen.

Bornet u. Flahault (3. p. 323) führen im systematischen Texte die Dauerzellen der *Cyanophyceen* als Sporen auf, erklären aber in der Einleitung unter Bezugnahme auf van Tieghem, daß diese Gebilde nur mehr oder weniger modifizierte vegetative Zellen d. i. „kystes" wären; auch Borzi (12, p. 23) äußert sich dahin, daß sie besser als „cistidi" betrachtet würden, und Macchiati (39. p. 505) spricht sich in ähnlichem Sinne aus.

Wille (54. p. 510) bringt die Dauerzellen der *Cyanophyceen* unter den von ihm neu aufgestellten Begriff „ruhende Akineten", und Sauvageau (46. p. 45 u. 47) nennt den Dauerzustand der Zellen von *Nostoc punctiforme* „état coccoide".

Zum Verständnisse der älteren Literatur möchte ich noch beifügen, daß dort, wie auch von einzelnen neueren Autoren, diese Organe der *Rivulariaceen* auch „Manubrium" genannt werden.

Neuerdings hat sich Kirchner (33.) für die Bezeichnung Dauerzellen entschieden, und ich halte diese Benennung für zweckmäßig, weil mir durch dieselbe eine Verwechselung mit jenen den Sporen der höheren Kryptogamen näher stehenden Organen, welche wir später als „Gonidien" besprechen werden, sicherer ausgeschlossen scheint.

Wie schon die vegetativen Zellen der verschiedenen *Cyanophyceen*-Arten nicht alle in der Form übereinstimmen, so sind auch die Dauerzellen je nach den Gattungen und Arten meist verschieden gestaltet und zeigen nebstdem oft individuelle Verschiedenheiten. Eine allgemein gültige Charakteristik kann sich deshalb nicht auf die besondere Gestalt dieser Organe stützen, wohl aber kommt ihre relative Größe in Betracht, indem sie mit wenigen Ausnahmen größer sind als die vegetativen Zellen. Nebstdem zeigen sie oft eine verdickte Membran und in allen Fällen eine gelbliche und bräunliche Farbe.

Die Angabe Kirchners (33. p. 47): „sie bilden sich aus vegetativen Zellen durch Heranwachsen derselben, Verdickung der Zellhaut und Vermehrung des Zellinhaltes, besonders durch Aufspeicherung von Reservestoffen" besteht demnach für viele Fälle zu Recht. Es finden sich jedoch Ausnahmen, in welchen eines der drei vorerwähnten Hauptmomente fehlt. So sind z. B. die Dauerzellen von *Microchaete tenera*, welche Beck v. Mannagetta (2. Tafel 4, Fig. 1) abbildet, nicht größer, als die vegetativen Zellen und jene gewisser anderer in starke Scheiden oder dicke Gallerthüllen eingeschlossener Arten besitzen nur eine ganz dünne Membran, wie wir später sehen werden.

Auch die Annahme einer größeren Konsistenz des Zellinhaltes scheint nicht für alle Fälle zuzutreffen und öfters nur auf einer irrigen Schlußfolgerung zu beruhen, welche die größere oder geringe Dichtigkeit des Zellinhaltes je nach der dunkleren oder helleren, gelblich-bräunlichen oder grünlichen Farbe der Zelle beurteilen zu dürfen glaubt.

Daß die Farbe trügerisch sein kann, werden wir später bei Betrachtung der Grenzzellen finden; es läßt sich das aber auch

an jüngeren Dauerzellen von *Nodularia turicensis* und *Nostoc commune* nachweisen. Entzieht man diesen Algen auf osmotischem Wege das Wasser, so schrumpfen die braunen oder gelblichen Dauerzellen stärker als die vegetativen Zellen, müssen deshalb wenigstens relativ mehr Wasser enthalten, als letztere. Da sie der Austrocknung länger widerstehen sollen, ist dieses Ergebnis nicht einmal auffallend.

Bezüglich der Hüllen, welche die Dauerzellen umgeben, fand Gomont (24. p. 231 mit 233), daß dieselben bei *Cylindrospermum majus* aus einem Endospor und einem Exospor bestehen.

Das Exospor ist seinerseits aus 2 Schichten gebildet. Die äußerste dieser Schichten ist an unreifen Sporenzellen glatt, schleimig und erscheint nach Eintritt der Reife im optischen Durchschnitte von gefärbten, kegelförmigen, radiär gestellten Zähnen durchsetzt. Diese Schicht löst sich nach Einwirkung von 50prozentiger Chromsäure in wenigen Augenblicken und erweist sich dadurch als ein Bestandteil der Gallerthülle, während die innere Schicht des Exospors, welche immer glatt ist, sich in Säuren nur schwer löst und als die verdickte Membran der vegetativen Zelle aufzufassen ist.

Das Endospor ist sehr zart und nicht ohne weiteres sichtbar, läßt sich aber durch seine vollständige Unlöslichkeit in Säuren nachweisen und stellt jedenfalls die mit Eintritt der Sporenreife neugebildete Membran des Keimlings dar.

Wenn man mit vorstehenden Angaben die Beschreibungen und Abbildungen vergleicht, welche andere Autoren von den Dauerzellen anderer *Cyanophyceen* geben, wie z. B. De Bary (1. p. 559) von *Rivularia (Gloeotrichia) angulosa* und Beck v. Mannagetta (2. p. 8 2u. Tafel 4, Fig. 1) von *Microchaete tenera*, so könnte man zu der Vermutung kommen, daß hier wesentlich andere Verhältnisse vorliegen.

Hier ist aber daran zu erinnern, daß das Endospor, welches ja erst bei der die Keimung einleitenden Zellverjüngung entsteht, nur an ganz reifen Exemplaren vorhanden ist und auch hier sich der bildlichen Wiedergabe entzieht. Von den zwei Schichten des Exospors ist die äußere, gallertartige oft sehr wenig entwickelt und farblos, so daß sich in solchen Fällen in der Tat nur die Innenschicht des Exospors, d. i. die mehr oder weniger verdickte Membran der ursprünglichen vegetativen Zelle bemerklich macht.

In der Umhüllung der Dauerzellen spielt also bei den *Nostochineen* (im Sinne Thurets) (52) die Innenschicht des Exospors, welche auch in allen Abbildungen solcher Zellen angedeutet ist und öfters als leere, nach Austritt des Keimlings zurückbleibende Hülle abgebildet wird, die Hauptrolle.

Bei den sogenannten *Gloeocapsa*-Sporen hat aber noch niemand eine entleerte Hülle dargestellt, und das hat seinen guten Grund.

Aus der Schilderung, welche ich (14. p. 228 und Figur 6 bis 9) von *Gl. alpina* und dem Dauerzustande dieser Spezies ge-

geben habe, geht hervor, daß diese Zellen überhaupt keine verdickte Membran besitzen, sondern daß auf die dünne Zellhaut sofort Gallertschichten folgen.

Zum Verständnisse dieser Abweichung führt uns Gomonts (24. p. 210) bedeutsamer Hinweis auf den Umstand, daß jene fadenförmigen *Cyanophyceen*, welche stark entwickelte Scheiden besitzen, in der Regel eine um so dünnere Zellwand aufweisen. Der gleiche Fall liegt nun nach meinen Beobachtungen bezüglich der mit Gallerte umhüllten *Chroococcaceen* vor.

Das Prinzip des umgekehrten Verhältnisses, in welchem die Stärke der Zellmembran und jene der Scheiden oder Gallerthüllen zueinander stehen, kommt nun auch bei Bildung der Dauerzellen zur Geltung, und die eminente Entwicklung der Gallerthüllen macht bei *Gloeocapsa* und *Gloeothece* eine Verdickung der Zellmembranen überflüssig. Alle jene gerauhten oder gezackten Schichten, welche Bornet und Richter[1]) sowie Kirchner (33. p. 53. Fig. 49, F. 3) als Sporenmembranen auffassen, haben mit der Membran als solcher und mit der Bildung und dem Wesen der Dauerzellen gar nichts zu tun und kommen ebenso an vegetativen Zellen vor, wenn sich deren Gallerte zu lösen beginnt.

Die Dauerzellen von *Gloeocapsa* unterscheiden sich von den vegetativen Zellen nur durch zwei der oben erwähnten 3 Momente, nämlich durch größere Dimensionen und durch abweichend (gelblich) gefärbten Inhalt. Früher war ich (l. c.) der Meinung, daß die Farbe der Dauerzellen von *Gl. alpina* mit jener der vegetativen Zellen übereinstimme. Die mir damals vorgelegenen Exemplare hatten aber, wie sich mittlerweile herausstellte, durch Ergrünen ihres Inhaltes bereits den vegetativen Charakter angenommen.

Kürzlich benutzte ich einen Wintertag, an welchem sich Tauwetter eingestellt hatte, zur Einsammlung einer dürftigen Varietät jener Art, (*Gl. nigrescens* Näg.). Hier bekam ich zum ersten Male den noch unveränderten Dauerzustand der Zellen zugleich mit der Keimung zu Gesicht und zwar oft beiderlei Zustände in einer Hülle vereinigt.

Die Dauerzellen zeigten zwar gewisse individuelle Verschiedenheiten der Form, waren aber immer entschieden größer, als die vegetativen Zellen, besaßen, wie diese, eine nur ganz dünne Membran, eine nicht blaugrüne, sondern gelbliche Farbe und einen grobkörnigen Inhalt. Die bei der hochalpinen *Gl. alpina* Näg. so auffallend starke Entwicklung der Kutikula[2]), fehlte an der Gallerte dieser Form.

---

[1]) Vergl. Brand 14. p. 285. Solche Mißverständnisse erklären sich aus der vielfach üblichen und auch von Nägeli (41.) bei *Gloeocapsa* betätigten Konfundierung von Zellhaut und Gallerthülle.

[2]) Diese membranartige Außenschicht der Gallerte, welche ich (14. p. 230) irrtümlich als neu beschrieben habe, war schon von Nägeli (42. p. 283) angegeben. Die betreffende Notiz findet sich aber nicht in den algologischen Mitteilungen dieses Autors, sondern in einer Abhandlung (Die Stärkekörner), in welcher dergleichen nicht zu vermuten war.

Das Studium dieser Verhältnisse hat mich sodann auch zur Auffindung der bis dahin noch unbekannten Dauerzellen von *Nostoc commune* geführt. Diese Zellen verhalten sich den entsprechenden Organen von *Gloeocapsa* analog indem sie auch keine Verdickung der Membran aufweisen. Dagegen kommen sie nur in solchen Lagern vor, in welchen die Fäden nebst der allgemeinen Gallerthülle noch spezielle, zähe, bräunliche Gallertscheiden[1]) besitzen.

Diese Dauerzellen können ebenfalls von ziemlich verschiedener Gestalt — rundlich bis quer- oder längsoval — sein, sind aber immer größer als die vegetativen und selbst als die Grenzzellen und mit gelblichem, körnigem Inhalte versehen. Sie stehen nicht mehr im Fadenverbande, indem die Gallerte zwischen die Querwände der Zellen eingedrungen ist und somit jede einzelne Dauerzelle von allen Seiten umschließt. (Fig. 1).

Bei ihrer Keimung findet (ebenso wie von den Hormogonien gewisser Arten angegeben wird) im Anfange Längsteilung statt.

Übereinstimmend verhält sich das unsere Kalkfelsen bewohnende *N. microscopicum* Carm., und auch bei *N. muscorum* Ag. besitzen die Dauerzellen keine verdickte Membran. In dem einzigen Falle, in welchem ich die Keimung letzterer Art beobachten konnte, befreiten sich die Dauerzellen schon sehr frühzeitig aus der alten Gallerte, und jede einzelne umgab sich schon vor der Keimung mit einer neuen farblosen Gallerthülle.

Diese drei Arten, deren Dauerzellen keine verdickten Membranen, sondern nur zähe, dicke Gallerthüllen besitzen, sind aerophil, während sämtliche Arten, von welchen verdickte und nach der Keimung als abgesprengte Hüllen sichtbare Membranen abgebildet worden sind, zu den Wasserbewohnern zählen.

Es scheint mir nun sehr wahrscheinlich, daß auch die dünnen Häute der zur ersteren Kategorie gehörigen Dauerzellen bei der Keimung abgeworfen werden, daß aber diese zarten Gebilde in der immer mehr oder weniger opaken Gallerte so zu sagen verloren gehen.

Daß auch solche dünne Membranen tatsächlich abgelegt werden können, zeigt eine Beobachtung, welche Sauvageau (46. p. 324) an *Nostoc punctiforme* (Kütz) Hariot gemacht hat. Diese Alge lebt nach Hariot (29. p. 325) sowohl aerophil als hydrophil und ist in letzterem Falle als *N. Hederulae* Menegh. bekannt. An letzterer Form hat Sauvageau konstatiert, daß im Wasser gebildete Dauerzellen auch nur eine dünne Membran besitzen, welche sich aber doch bei der Keimung ablöst.

Schließlich möchte ich noch darauf hinweisen, daß die als allgemein gültiges Attribut der Dauerzellen geltende Unfähigkeit zur Teilung keine absolute ist, sondern daß sich ausnahmsweise Spuren dieses Vorganges vorfinden. Bei *Cladophora fracta* kommen

---

[1]) Jene Formen, welche Kützing zu seiner Gattung *Hormosiphon* vereinigt, scheinen derartige Zustände von *Nostoc* zu sein, welche noch nicht zur Bildung von Dauerzellen vorgeschritten sind.

unter den „Pradificationszellen“ des Winterzustandes nicht selten zweiteilige Exemplare vor. Inbezug auf *Cyanophyceen* hat schon Braun (16. p. 188) beobachtet, daß eine Dauerzelle von *Gloeotrichia* aus zwei Zellen zu bestehen schien, und hat darin das Ergebnis einer Verschmelzung vermutet. Auch Carter (17. p. 234, cit. von De Bary) scheint ähnliche Beobachtungen gemacht zu haben, denn er äußert die gleiche Vermutung, gegen welche sich aber De Bary (1. p. 578) ablehnend verhält. Später hatte auch Borzi (13. p. 209 u. 210) an *Anabaena*-Arten zweiteilige Dauerzellen gefunden und darin — wenn auch mit allem Vorbehalt — die Andeutung eines geschlechtlichen Vorganges gesehen.

Noch deutlicher kommen derartige Verhältnisse bei *Chroococcaceen* zur Beobachtung. Itzigsohn (32. p. 98) sah die Bildung von Doppelsporen bei *Gloecapsa* sogar (irrtümlich) als die Regel an, und ich (14. p. 306) konnte mich bei *Gloeocapsa alpina* oft von dem Vorkommen zweiteiliger, seltener sogar vierteiliger Dauerzellen überzeugen.

Eine einfache Erklärung dieser Erscheinungen scheint mir die Annahme zu geben, daß unter Umständen die Vorgänge der Teilung vegetativer Zellen und ihres Überganges in den Dauerzustand zeitlich zusammenfallen können.

Das Vorkommen von Dauerzellen ist bisher für folgende Familien angegeben worden.

Chroococcaceae: bei *Gloeocapsa.* Hier liegen aber, wie bereits angedeutet, mehrfach Verwechselungen mit vegetativen Zellen vor, deren Gallerthülle durch den Beginn des Status solutus modifiziert ist. Die wirklichen Dauerzellen sind erst durch eine frühere, in Vorstehendem ergänzte Publikation von mir (14. p. 284 u. f.) konstatiert und auch für *Gloeothece* angegeben worden.

Oscillatoriaceae: bei *Phormidium, Lyngbya* und *Microcoleus* (Macchiati 39. p. 502 u. a. a. O.) und *Microcoleus chthonoplastes* (Cavara 18. p. 79). Andere Autoren, zu welchen auch Verfasser dieses zählt, haben noch an keiner *Oscillatoriacee* Dauerzellen gefunden. Es ist hier aber zu berücksichtigen, daß, wie bei den Algen überhaupt, so insbesondere bei den *Cyanophyceen* gewisse Zustände nur unter ganz bestimmten Bedingungen auftreten, und daß der biologische Beobachter dieser Algengruppe in hervorragender Weise mit dem Zufalle zu rechnen hat.

Nostocaceae: bei *Wollea, Nodularia, Anabaena, Cylindrospermum, Aphanizomenon, Aulosira, Microchaeta, Desmonema* und *Nostoc.*

Die bei einer Art der letztgenannten Gattung, nämlich bei *N. commune* bisher noch nicht bekannten Dauerzellen sind oben beschrieben.

Scytonemataceae: bei gewissen Arten von *Scytonema* und *Tolypothrix.*

Stigonemataceae: bei Arten von *Stigonema* und bei *Loriella.*

Rivulariaceae: bei *Sacconema*, *Gloeotrichia* und einigen Arten von *Calothrix*.

Bei den Familien der *Camptotrichaceae* und *Chamaesiphonaceae* sind noch keine Dauerzellen beobachtet worden.

Grenzzellen.

In den Trichomen der *Nostocaceen*, *Scytonemataceen*, *Stigonemataceen* und *Rivulariaceen* finden sich, abgesehen von den eigentlichen Dauerzellen, vereinzelt oder zu mehreren noch andere Zellen, welche gleichfalls als teilungsunfähig angesehen werden.

Diese bilden sich, im Gegensatze zu ersteren, nicht nur zu gewissen Zeiten aus, sondern sind da, wo sie überhaupt vorkommen, unter normalen Vegetationsbedingungen an entwickelten Pflanzen immer vorhanden, wenn auch nicht jederzeit in gleicher Anzahl und in gleichem Zustande.

Je nach ihrer Situation wurden diese Organe früher entweder als Basilarzellen oder Interstitialzellen bezeichnet. Allman und dann Thuret nannten sie „Heterocysten“ aber De Bary (1. p. 554) zeigte, daß dieser Name nicht gut gewählt und daß die Bezeichnung „Grenzzellen“ vorzuziehen sei.

Die Grenzzellen werden in der neuesten zusammenfassenden *Cyanophyceen*-Arbeit (Kirchner 33. p. 47) in Übereinstimmung mit der durchschnittlichen Auffassung der Autoren folgendermaßen charakterisiert: „sie führen einen spärlichen, wasserhellen Inhalt, haben eine verdickte, lebhaft gelb oder grünlich gefärbte Membran mit einer nach innen vorspringenden warzenartigen Verdickung an derjenigen Querwand, mit welcher sie an eine vegetative Zelle anstoßen, und sind oft von vergrößerter Gestalt.“

Der Einzelprüfungen dieser Punkte muß ich vorausschicken, daß sich eine für alle Fälle gültige Feststellung derselben schwer durchführen läßt, weil die Grenzzellen sich allmählich aus vegetativen Zellen herausbilden und nebstdem oft sehr beträchtliche individuelle Verschiedenheiten aufweisen.

Entwicklung der Grenzzellen. — Die Vermutung von Braun (16. p. 155), daß sich eine vegetative Zelle in zwei ungleiche Tochterzellen teile, von welchen die eine zur Grenzzelle werde, ist von keinem anderen Autor unterstützt worden. Auch nach meinen Beobachtungen teilen sich die vegetativen Zellen vielmehr immer in zwei gleichartige Tochterzellen, und es ist von vorn herein kein Anzeichen dafür vorhanden, ob überhaupt eine und welche von ihnen später zu einer Grenzzelle sich ausbilde.

Borzi (8. p. 249) beschreibt die Entstehungsweise dieser Organe bei *Nostoc* als eine äußerst einfache (*semplicissima*): „eine beliebige Zelle des Fadens entleert nach und nach ihr Protoplasma, füllt sich mit Wasser, ihre Wand verdickt sich, und an deren Innenseite entstehen polare Vorsprünge.“

An einer Form von *Tolypothrix*, (*T. penicillata* Thur var. *tenuis*. Hansgirg 27) habe ich den Vorgang etwas komplizierter gefunden. Die erste Erscheinung besteht hier in dem Auftreten einer dunkelgrün gefärbten interzellularen Ausscheidung zwischen zwei anstoßenden vegetativen Zellen (Fig. 8.). Diese Zellen werden allmählich heller, vergrößern sich etwas, runden die einander zugekehrten Enden ab, wodurch die grüne Interzellularsubstanz eine meniskenförmige Gestalt annimmt, und die untere Zelle beginnt seitlich auszuweichen. Bis dahin hielt die Entwicklung beider Zellen gleichen Schritt; nunmehr geht die untere Zelle, welche ebenso wie die Grenzzellen oft eine Vakuole enthält, keine weitere Veränderung mehr ein, sondern wird zur Spitzenzelle eines Scheinastes, während die obere in der Scheide zurückbleibende Zelle sich in der unten zu beschreibenden Weise weiter verändert und zur Grenzzelle wird (Fig. 9, g.).

Porus und polare Membranverdickung. — Als erstes sicheres Kennzeichen der werdenden Grenzzelle entsteht bei allen Gattungen ein die mittlerweile etwas verstärkte Membran nach der angrenzenden vegetativen Zelle zu durchsetzender Porus. Plasmaverbindungen werden bekanntlich auch zwischen den vegetativen Zellen der *Nostochineen* mit gutem Grunde angenommen. Diese sind aber keinesfalls durch so deutlich sichtbare Pori vermittelt, wie solche öfters an Grenzzellen beobachtet werden.

Bisweilen sind aber auch letztere nur mit starker Vergrößerung und an gefärbtem Materiale zu konstatieren. So weite Kommunikationsöffnungen wie solche Nadson (40. Fig. 41 u. 42) und Palla (43. Taf. 24, Fig. 21) zeichnen, gehören entweder Teilungsstadien an, oder es sind Kunstprodukte. Verschiedene Reagentien und Farbstoffe[1]) (z. B. Methylenblau) erzeugen nämlich nach meiner Beobachtung eine Kontraktion der Grenzzell-Membran und zwar besonders in der Längsrichtung, durch welche der Porus dilatiert wird. (Vergl. unsere Fig. 12.)

Wo an der Grenzzelle beiderseits vegetative Zellen anliegen, stehen sich die Pori in der Regel diametral gegenüber; bei *Nostoc commune* kommen aber auch erheblich unsymmetrische Grenzzellen vor (Fig. 6).

Die innere Mündung des Porus umgibt sich bald mit einer ursprünglich nur leicht angedeuteten Membranverdickung. Bornet und Flahault (3. p. 331) sprechen von einem Zelluloseknopf (bouton cellulosique), welcher mit dem Alter zunehme und bisweilen schließlich einen ziemlich beträchtlichen Vorsprung bilde. Diese Angabe bedarf einer Beleuchtung nach zweierlei Richtung.

Erstens fragt es sich, ob die Membran überhaupt immer aus echter Zellulose besteht. Am bestimmtesten äußert sich in dieser Beziehung Hegler (30. p. 273 u. 349), indem er angibt, daß die Membran der Grenzzellen stets aus Zellulose bestehe, und

---

[1]) Nach Schröder (48. p. 143) wirken gewisse Farbstoffe, selbst in sehr verdünnter Lösung, auch auf die Gallerte der Algen kontrahierend.

daß er bei acht namentlich aufgeführten Gattungen mit Chlorzink, Jod-Schwefelsäure oder am besten mit Jod-Phosphorsäure in allen Fällen intensive Violett- oder Blaufärbung derselben erhalten habe. Diese Angabe hat mich einigermaßen überrascht, denn bei den hier lebenden heterocystischen *Cyanophyceen* ist es mir mit Chlorzinkjod fast niemals und mit Jod-Schwefelsäure oder Jod-Phosphorsäure nur in gewissen Fällen gelungen, eine mehr oder weniger deutliche Zellulosereaktion zu erzielen.

Gomont (24. p. 224) gibt dagegen an, daß nur bei gewissen Arten die Grenzzellen sich mit Chlorzinkjod bläuen. Ob es sich nur um Art-Unterschiede handelt, oder ob vielleicht gewisse Zufälligkeiten hier eine hervorragende Rolle spielen, konnte ich noch nicht sicher entscheiden und mußte mich vorläufig mit dem praktischen Ergebnisse begnügen, daß unter den gegebenen Umständen das Ausbleiben der Zellulosereaktion kein Gegenbeweis gegen die etwaige Grenzzell-Natur eines fraglichen Organes sein kann.

Zweitens haben wir uns mit der Verdickung als solcher zu beschäftigen. Nach dieser Richtung habe ich besonders *Nostoc commune* und *Tolypothrix*-Arten untersucht und gefunden, daß zur Erzeugung höherer Grade der fraglichen Vorsprünge mehrerlei Ursachen zusammenwirken müssen.

Die erwähnte ringförmige Membranverdickung kann bei *Nostoc* in der Höhe bis zu doppeltem Membrandurchmesser zunehmen und sich derart verbreitern, daß ihre innere Grenze fast eben wird und im Querschnitte die Sehne zu dem entsprechenden Bogen des Zellumfanges darstellt (Fig. 5) wobei dann die Pori zu obliterieren pflegen. Ein erheblicher warzenartiger Vorsprung entsteht dadurch aber nicht, sondern es müssen dazu entweder eine Eindrückung der betreffenden Stelle durch die anstoßende vegetative Zelle oder eine Anlagerung fester Bestandteile aus dem Zellinhalte mitwirken.

Eindrückung der Scheidewand kommt ziemlich häufig bei den mit fester Scheide versehenen *Tolypothrix*-Formen vor. Diese uhrglasförmigen Einsenkungen entstehen schon im ersten Entwicklungsstadium der Grenzzellen, während die lebhaft sich teilenden, in der Scheide eingeengten vegetativen Zellen einen gewissen Druck ausüben, und bleiben auch bei nachträglicher Verringerung desselben stabil. Dergleichen hat Borzi (8. p. 249) auch bei *Nostoc commune* bemerkt. In den Präparaten, welche unseren Abbildungen zugrunde lagen, fanden sich aber nur schwache Andeutungen dieses Verhältnisses.

Die auffallendsten Prominenzen gehören der Membran überhaupt nicht an, sondern werden durch gewisse, gleich der Membran etwas stärker lichtbrechende Körner oder klumpige Massen gebildet, welche sich aus dem Zellinhalte ausgeschieden haben und von Borzi und andern als Cyanophycinkörner, von Hegler (30. p. 294) aber als Eiweißkristalloide bezeichnet werden. (Vergl. Fig. 4, 6, 10, 11.) Bei mittelstarker Vergrößerung erscheinen sie oft nicht deutlich von der Membransubstanz abge-

grenzt. Deshalb wird gewöhnlich nur der äußere Umriß der eventuell aus Membransubstanz und Zellinhalt bestehenden polaren Verdickungen gezeichnet, ohne deren innere Differenzierung zu berücksichtigen.

Die (meist gelbliche) Färbung der Grenzzellen wird von einzelnen Autoren in die Membran verlegt. Ich habe jedoch bei den verschiedensten Arten die Membranen der Grenzzellen immer farblos gefunden und stimme in dieser Beziehung mit Borzi (9. p. 351) überein, welcher die gelbe Farbe der Grenzzellen von *Coleodesmium (Desmonema)* nicht der Membran, sondern dem Inhalte zuschreibt.

Inhalt der Grenzzellen. — Der Inhalt dieser Organe wird, wie von Falkenberg (22. p. 308), Bornet u. Flahault (3. p. 331) und Borzi (l. c.) so auch von fast allen anderen Autoren als wässerig bezeichnet. Nur Braun (16. p. 155) nennt ihn zutreffender „bleich und homogen".

Bezüglich einer Angabe von Hegler (30. p. 294), daß die „Kerne" der Grenzzellen schon frühzeitig degenerierten, habe ich nur darauf hinzuweisen, daß den Zellkernen anderer Algen morphologisch äquivalente Gebilde bei den *Cyanophyceen* wohl vermutet, aber noch nicht nachgewiesen sind. Es ist also die Auffassung Heglers lediglich eine mit ungenügend bewiesenen Voraussetzungen verquickte Umschreibung der Braunschen Angabe.

Gegenüber dieser in der Literatur üblichen Betonung einer gewissen Inhaltslosigkeit der Grenzzellen finden wir nur vereinzelte Hinweise auf festeren Bestandteil ihres Inhaltes. Pringsheim (44. p. 30) sah Grenzzellen von *Rivularia* sich mit körnigem Inhalte erfüllen und ergrünen, verschiedene andere Autoren haben auf das zeitweise sehr reichliche Auftreten von *Cyanophycin*-Massen aufmerksam gemacht und bemerkt, daß dieselben nicht nur an den Polen, sondern auch an beliebigen anderen Stellen des Lumens liegen können. Verfasser dieses (15. p. 154) hat schließlich an den Grenzzellen von *Nostoc commune* alle Stadien des Austrittes von Vermehrungskörpern (Gonidien) beobachtet.

Daß die Grenzzellen, so lange sie noch in lebensfrischem Zustande sind, einen nennenswerten Gehalt an festerem Inhalte besitzen, läßt sich durch Reagentien[1]) jederzeit nachweisen, so z. B. durch konzentrierte wässerige Sublimatlösung, durch Jodpräparate und insbesondere durch 33 prozentige Chromsäure. Durch letztere zieht sich, wie Gomont (24. p. 209) gezeigt hat, der feste Inhalt aller *Cyanophyceen*-Zellen zunächst zu einem farblosen stärker lichtbrechenden Körper zusammen. Dieser Körper hat nun, wie aus den Abbildungen des genannten Autors (Tafel IV, Figur 1 etc.), sowie aus meinen eigenen Beob-

[1]) Auch an konservierten Pflanzen erscheint oft deutlich ein dichter Inhaltskörper in den Grenzzellen; Vergl. z. B. Schmidle 47. Taf. XXII. Fig. 1, 3, 28, 30 u. f. f.

achtungen hervorgeht, ungefähr dieselbe Größe, wie in den vegetativen Zellen. Daraus folgt, daß die Grenzzellen jedenfalls denselben positiven Gehalt an fester Substanz besitzen, wie die vegetativen, und daß derselbe höchstens relativ um so viel geringer sein kann, als dem Größenunterschiede zwischen beiden entspricht.

Auf den Umstand, daß die Farbe einer Zelle allein noch keinen Rückschluß auf die Konsistenz des Inhaltes gestattet, habe ich schon im vorigen Kapitel hingewiesen.

Physiologisch-biologische Bedeutung der Grenzzellen. — Hierüber finden sich in der Literatur nur wenige positive Angaben oder vielmehr Vermutungen. Ältere Autoren, wie Dujardin (21. zit. v. Thuret) und Kützing hielten diese Zellen für Fortpflanzungsorgane. Carter (17, zit. v. De Bary) vermutet, daß sie zur Befruchtung der Sporen dienen, und Pringsheim (l. c.) ist auf Grund seiner oben erwähnten Beobachtung der Meinung, daß sie eine noch ungeahnte Funktion erfüllen, während Sachs (45. p. 3) aus den Grenzzellen von *Nostoc* die Hyphen einer Flechte auswachsen läßt und diesen vermeintlichen Vorgang auch bildlich darstellt.

Borzi, welcher diese Organe relativ am ausführlichsten behandelt, glaubt, sie dienten bei *Nostoc* (8. p. 239) ausschließlich (soltanto) dazu, das unbegrenzte Wachstum der Fäden zu unterbrechen und dadurch (l. c. p. 249) die Kolonien zu vermehren, ebenso wie sie bei *Tolypothrix* (9. p. 356) die Entstehung der Scheinäste und dadurch die Vergrößerung der Kolonien vermittelten. Palla (43. p. 547) schreibt den Grenzzellen nur eine kurze Lebensdauer zu und Macallun (37) erklärt sie für degenerierte vegetative Zellen. Hieronymus (31. p. 483) vermutet, daß die Grenzzellen das Cyanophycin speichern, und auch Hegler (30. p. 305) meint, daß sie vorwiegend als Reservestoffbehälter fungieren.

Die Beobachtung von Bornet und Flahault (3. p. 211), daß die Membrane der Grenzzellen von *Nostoc microscopicum* sich bisweilen in 2 oder mehrere Stücke teilten, gehört insofern hierher, als der Grund für diese Erscheinung später von mir (15. p. 154 u. f.) bei *N. commune* und nachträglich auch bei *N. microscop.* in dem Austritte von Gonidien gefunden worden ist.

Letztere Beobachtung war mir und wohl auch meinen Lesern wegen des scheinbar diametralen Gegensatzes, in welchem sie zu den gewohnten Anschauungen steht, sehr auffallend. Es ist mir auch persönlich mitgeteilt worden, daß sich diese Beobachtung bei einer von anderer Seite im vergangenen Sommer vorgenommenen Nachprüfung nicht bestätigt habe. Dieser Sommer hat aber in unserer Gegend die Bedingungen nicht geboten, welche zur Entstehung der Gonidien erforderlich sind, indem er mit einer gewissen Regelmäßigkeit in kurzen Intervallen atmosphärische Niederschläge brachte. Dadurch wurde eine ganz außergewöhnlich üppige *Hymenomyceten*-Vegetation erzeugt, aber die in meiner erwähnten Mitteilung (15. p. 154) vorausgesetzte

Beschaffenheit der Gallerte und die Bildung von Spezialhüllen um die *Nostoc*-Fäden, welche einen gewissen Grad von Austrocknung und Insolation erfordern, konnte kaum zustande kommen. Nur unter dieser Voraussetzung tritt nach frischer Beregnung Gonidienbildung ein. Derartige Kolonien verschrumpfen zu unscheinbaren und von verwelktem und zersetztem Laube kaum zu unterscheidenden Massen und sind wohl deshalb samt den an ihnen sich abspielenden Vorgängen bisher oft übersehen worden.

Indem ich die Besprechung der Gonidien dem nächsten Abschnitte vorbehalte möchte ich die bereits früher (l. c.) aufgeworfene Frage nach einem eventuellen Auskeimen der *Tolypothrix*-Grenzzellen noch einmal berühren.

Bekanntlich können bei dieser Gattung einzelne Hormogonien auch interkalar entstehen und innerhalb der allgemeinen Scheide keimen. Dieselben umgeben sich bisweilen noch mit einer speziellen membranartigen Scheide, welche der Membran einer Grenzzelle ähnlich sein kann. Da, wie aus meinen früheren Mitteilungen hervorgeht, die polare Membranverdickung der Grenzzellen sehr undeutlich sein kann und das unter allen Umständen sichere Merkmal für eine Grenzzelle, nämlich der Porus, aber an älteren Exemplaren häufig obliteriert, so ist die Unterscheidung einer etwa im ersten Stadium der Keimung begriffenen Grenzzelle von einem interkalaren Hormogonium unter Umständen sehr schwierig. Es ist mir deshalb bis jetzt noch nicht gelungen, die berührte Frage sicher zu entscheiden.

Um jedoch zu zeigen, daß meine Vermutung nicht ganz unbegründet ist, gebe ich einige darauf bezügliche Abbildungen und zwar in Fig. 13 die eines interkalaren Hormogoniums, in Fig. 12 eines durch Behandlung mit Methylenblau gewonnenen Kunstproduktes, welches die Möglichkeit des Plasma-Austrittes aus der Grenzzelle darstellt und in Fig. 14 das Basalstück eines lebenden frischen *Tolypothrix*-Astes, welcher sich am unteren Ende durch zwei, wahrscheinlich aus Grenzzellen ausgekeimte Glieder ergänzt zu haben scheint. Diese Glieder müssen, nach ihrem helleren und mehr homogenen Ansehen zu schließen, jüngeren Datums sein, als die nach oben folgenden dunkleren und mehr körnigen Zellen.

Eingeschlossene Hormogonien schließen sich niemals nachträglich an ein anderes Trichom an, da ja gerade die Abschnürung vom Faden in ihrem Wesen liegt und sekundäre Verwachsungen bei *Cyanophyceen*-Zellen bisher überhaupt noch nicht bekannt sind. Dagegen ist der Fall wohl denkbar, daß der eventuell aus einer Grenzzelle stammende Keimling sich nach seinem Austritte aus der Grenzzelle an den anstoßenden Faden enger anschließt, da er ja von vornherein mit ihm in Plasmaverbindung stand.

Ferner ist zu konstatieren, daß auch das Auskeimen der Grenzzellen vom *Tolypothrix* (wenn ich das Gesehene richtig deute) nicht die Regel darstellt, sondern daß die Mehrzahl auch

dieser Grenzzellen ihren Inhalt allmählich an die benachbarte vegetative Zellreihe abzugeben scheint.

Dieser Fall tritt besonders dann ein, wenn nach warmen und sonnigen Sommertagen eine Regenperiode das Wasser abkühlt und die Insolation mildert. Dann entfalten die verblaßten und von Nekriden durchsetzten Pflanzen wieder eine regere vegetative Tätigkeit, während ein Teil der Grenzzellen sich entleert verschrumpft.

Daß die Grenzzellen kein so monotones, tatenloses und höchstens für die Systematik zweckmäßiges Dasein führen, wie man nach gewissen Angaben vermuten möchte, darauf deutet schon die Plasmaverbindung hin, durch welche sie mit den angrenzenden vegetativen Abschnitten der Alge jedenfalls längere Zeit hindurch in Stoffaustausch stehen. Nach allem, was ich gesehen, trete ich jenen Autoren bei, welche sie für Behälter von Reservestoffen halten, und ich hatte in Vorstehendem nur zu zeigen, daß auch ein Funktionswechsel eintreten kann, indem ihr Inhalt unter gewissen Bedingungen direkt in vegetative Zustände überzugehen befähigt ist.

Inbezug auf das anderweitige physiologische Verhalten der Grenzzellen habe ich noch hervorzuheben, daß sie bei *Nostoc commune* im Gegensatze zu den vegetativen Zellen keine Gallerte absondern, wie man deutlich an Hormogonien und jungen Kolonien sieht. Erst später werden sie von der Gallerte umflossen, welche die vegetativen Zellen ausgeschieden haben. Die scheidenartigen Separathüllen, welche sich in trocken liegenden und insolierten Lagern bilden, gehen wiederum nur von den vegetativen Zellen aus und lassen anfänglich die Grenzzellen frei, wie das Hansgirg (28. p. 62, Fig. 21, h, h) schon abgebildet hat. An dieser Figur ist nur eine das Ganze einhüllende allgemeine Gallerte hinzuzudenken.

Schließlich habe ich noch an die gebräuchliche Annahme anzuknüpfen, daß die Grenzzellen absolut teilungsunfähig seien. Ich hatte aber mehrfach Gelegenheit mich auf das bestimmteste zu überzeugen, daß wenigstens bei *Tolyprothrix* Ausnahmen von dieser Regel vorkommen können. Aus der geschlossenen Kette aller Stadien dieses Vorganges, welche mir im Laufe der Jahre an frischem Materiale ins Gesichtsfeld gekommen sind, gebe ich hier einige Beispiele (Fig. 10 u. 11) und verweise bezüglich der Erklärung dieser Erscheinung auf das im Kapitel „Dauerzellen" Gesagte.

Gonidien (Conidien) und Mikrogonidien.

Die Erhaltung und Vermehrung der *Cyanophyceen* wird bekanntlich sowohl durch einzellige, unbewegliche, als durch mehrzellige, aktiv bewegliche Organe (Hormogonien) vermittelt.

Die einzelligen Fortpflanzungskörper gehören ihrerseits mindestens zwei verschiedenen Zellarten an, deren eine — die Dauerzelle — uns bereits im vorigen Abschnitte beschäftigt hat.

Als Typus der andern Art sind wohl die bei der Familie der *Chamäsiphonaceen* regelmäßig auftretenden Vermehrungszellen zu betrachten, welche von Ripart als sphères oder spores, von Borzi (10. p. 303) als Conidien (gelegentlich auch als Sporulen) bezeichnet werden. Der Name „Conidien“ muß in Erinnerung an die Mehrzahl der Pilz-Conidien die Vorstellung von einer durch Abschnürung oder Abspaltung vermittelten Entstehungsweise dieser Organe erwecken.

Dieselben entstehen aber im typischen *(Chamäsiphonaceae)* und dem andern näher bekannten Falle *(Phormidium)* ausnahmslos endogen (durch Vielzellbildung oder Zellverjüngung) und gehen dann ohne obligate Ruhepause und ohne Zellverjüngung direkt in den vegetativen Zustand über, von welchem sie ohnehin nicht wesentlich abweichen. Deshalb scheint mir in Übereinstimmung mit der oben zitierten Auffassung von A. Braun die Schreibweise „Gonidien“[1]) zweckentsprechender zu sein als die von Borzi gewählte Bezeichnung.

Wie die bei den übrigen *Cyanophyceen* beobachteten Gonidien entstehen, scheint mir noch nicht genügend aufgeklärt zu sein. Borzi spricht sich inbezug auf *Lyngbya*, *Oscillaria*, *Symploca* u. f. f. über diesen Punkt nicht aus; bei *Leptochaete* heißt es nur, daß die Gonidien aus der Scheide austreten; wie sie sich zum Trichome verhalten, ist aber nicht angegeben und auch aus der Abbildung (10. Taf. 15, Fig. 6) nicht sicher zu entnehmen. Nachdem wir aber sehen werden, daß die Gonidien nicht nur bei den *Chamäsiphonaceae*, sondern auch bei *Phormidium* und bei den Grenzzellen von *Nostoc* endogen entstehen, ist wohl vorläufig die Vermutung zulässig, daß auch bei den übrigen Formen der gleiche Fall vorliegt.

Unter Voraussetzung obiger Annahme wäre dann sowohl inbezug auf die Entstehung als auf die schließliche Entwicklung ein vollständiger Gegensatz zwischen Dauerzellen und Gonidien gegeben, indem erstere ohne Zellverjüngung entstehen und erst nach einer Ruhezeit bei der Keimung Vollzellbildung oder vielleicht auch Vielzellbildung eingehen, während die uns hier beschäftigenden Gonidien durch Zellverjüngung entstehen, dann aber direkt in den vegetativen Zustand übergehen.

Die Hormogonien entstehen bekanntlich durch einfache Abspaltung größerer oder kleinerer Stücke von erwachsenen vegetativen Fäden oder auch von Keimpflanzen. Thuret (50. p. 321) gibt an, daß die kleinsten Hormogonien, (von *Nostoc verrucosum*) an welchen er Bewegung konstatieren konnte, 3 Glieder besessen hätten, und Borzi (12. p. 4 u. 5) erklärt, daß diese Organe mindestens zwei Glieder besitzen müßten, und daß die Annahme einzelliger Hormogonien unzulässig sei, was aber Macchiati (38. p. 45) inbezug auf seine *Lyngbya Borziana* bestreitet.

[1]) Es ist hier nur daran zu erinnern, daß von den Lichenologen auch alle vegetativen Algenzellen, welche an der Zusammensetzung des Flechtenthallus beteiligt sind, mit diesem Namen bezeichnet werden.

Sollten wirklich unter Umständen einzelne vegetative Zellen der *Nostochineen* sich nach Art der Hormogonien vom Trichome ablösen und weiter entwickeln können, was nach meinen Beobachtungen nicht unwahrscheinlich ist, so wüßte ich keinen Grund, welcher uns abhalten könnte solche Gebilde, auch wenn sie zunächst noch nicht aktiv beweglich sein sollten, als einzellige Hormogonien anzusehen; keinesfalls würden solche Zellen den Gonidien der *Chamäsiphonaceen* entsprechen.

Indem ich die Frage, ob, wie Borzi (10. p. 291, 292), Hansgirg und andere wollen, die Gonidien wirklich eine Vegetationsperiode mit *Chroococcus* ähnlicher Vermehrungsweise durchmachen können, vorläufig offen lasse, konstatiere ich nur, daß ich mich niemals von einem derartigen Verhältnisse überzeugen konnte, sondern daß in allen von mir beobachteten Fällen die Gonidien schon sehr frühzeitig die für die vegetativen Zellen der betreffenden Art charakteristische Form annehmen. Dagegen fanden sich in enger Gesellschaft mit fadenförmigen *Cyanophyceen* häufig verschiedene *Chroococcaceen* vor, welche sich aber bei eingehender Prüfung von den Gonidien der ersteren unterscheiden ließen.

Nunmehr gehe ich zu einer ausführlicheren Darstellung meiner Beobachtungen über.

Im Spritzwasser eines öffentlichen Brunnens vegetierte ein Bestand von *Phormidium uncinatum* Gom., welcher mir zu verschiedenen Untersuchungen diente. Als zu Ende des Monats November das Wasser des Brunnens abgesperrt war, sammelte ich wieder von dieser Alge ein, welche sich etwa 2 Tage lang ohne Besprengung, aber noch in halbfeuchtem Zustande befunden hatte.

Frisch bewässert strahlte sie rasch aus, indem die Trichome aus den Scheiden herauskrochen und sich zunächst ohne Scheidenbildung weiter entwickelten. Dabei wurden ziemlich zahlreiche Hormogonien frei; an einem kleinen Teile der Trichome, und zwar an solchen, deren Glieder teilweise abgestorben und ausgelaugt waren, zeigte sich an anderen Zellen deutliche Verjüngung. Es lagen nämlich hier in den durch die meist noch erhaltenen Querwände als solche kenntlichen Membranen der ursprünglichen Zellen, welche ihre zylindrische Form beibehalten hatten, runde Körper von etwas blasserer und homogenerer Beschaffenheit als die vegetativen Zellen (Fig. 15, 16, 17 g g).

Eine durchgreifende Prüfung auf das Verhalten dieser neugebildeten Zellen gegen Farbstoffe und Reagentien konnte nicht vorgenommen werden, da sie wegen ihrer geringen Anzahl bei den entsprechenden Manipulationen meist verloren gingen; ich konnte mich jedoch überzeugen, daß sie Methylenblau in ähnlicher Weise speicherten, wie die vegetativen Zellen und der Schnellfärbung[1]) mit Kongorot ebenso wiederstanden, wie letztere.

---

[1]) Unter „Schnellfärbung“ verstehe ich eine modifizierte Lebendfärbung, bei welcher nicht die Speicherung sehr verdünnter, sondern die momentane Wirkung ziemlich konzentrierter Farblösungen geprüft werden soll, Kongo-

In der Regel war der ganze Zellinhalt zur Gonidienbildung verwendet worden; in vereinzelten Fällen fanden sich aber auch kleinere Gonidien, welche nach der Schnellfärbung von einem Hofe (Vergl. Fig. 16, oberstes Glied) umgeben waren, der sich ebenso gefärbt hatte wie der Inhalt benachbarter abgestorbener Zellen. Daraus geht hervor, daß die *Cyanophyceen*-Zelle befähigt ist, sich auch nach Zerstörung ihrer peripheren Inhalts-Schichte regenerieren zu können.

Von dem bisher benutzten Materiale wurden dann mehrere Kulturen im Hängetropfen angelegt und einige Wochen lang fortgeführt. Dabei ergab sich, daß die Gonidien Querwände ohne Einschnürung bildeten, und die zwei Tochterzellen, welche im Zusammenhange blieben, eine zylindrisch-konische Form annahmen.

Nach einigen Tagen fand sich in den Kulturen auch eine größere Anzahl kurzer, nur aus wenigen Zellen bestehenden Fäden, welche zumeist von den Gonidien abzustammen schienen. Aktive Bewegung konnte ich an diesen Fäden nicht konstatieren Da jedoch, wie wir später sehen werden, auch die durch Abgliederung entstandenen Hormogonien ihre charakteristische Bewegung in der Kultur bald einstellen, so läßt sich z. Z. nicht entscheiden, ob die aus den Gonidien entstandenen Fäden den physiologischen Charakter von Hormogonien besitzen oder nicht.

Nebst dieser zur Fadenbildung führenden Querteilung der Gonidien trat in selteneren Fällen, und zwar an solchen Fadenabschnitten, welche größtenteils abgestorben waren, auch eine Längsteilung dieser Organe ein, durch welche sie in zwei kleine, rasch sich abrundende Zellen zerfielen, die ich „Mikrogonidien" nennen will (Fig. 15 m).

Auch dieser Vorgang unterschied sich vom Teilungsmodus der *Chroococcaceen*, indem die Tochterzellen nur etwa halb so groß waren als ihre Mutterzellen, und diese geringen Dimensionen beibehielten, während die Tochterzellen von *Chroococcus* nach der Trennung den Mutterzellen an Größe ziemlich gleich sind.

In einzelnen Fällen zerfielen auch die Mikrogonidien in noch kleinere Zellen oder Körner. Meistens blieben sie aber längere Zeit hindurch unverändert und schienen dann der Auflösung zu verfallen.

Während die Vielzellbildung der *Chamäsiphonaceen* ein normaler Vorgang ist, setzt die Vollzellbildung bei *Phormidium* schon die vorhergehende Einwirkung ungewöhnlicher Außenverhältnisse — in unserem Falle Wassermangel — voraus. Die Bildung von Mikrogonidien und deren weitere Teilungen scheinen aber geradezu pathologischer Natur zu sein.

Zerfall des Zellinhaltes in kleine Körner scheint überhaupt eine bei den *Cyanophyceen* verbreitete krankhafte Erscheinung zu

roth unterrichtet uns hier sofort über den nicht immer ohne weiteres kenntlichen vitalen Zustand des Protoplasmas, indem gesunder Zellinhalt von diesem Farbstoffe nicht beeinflußt wird, der Inhalt abgestorbener oder erkrankter Zellen sich aber mehr oder weniger tingiert.

sein. Daß dieselbe in Wasserkulturen von *Gloeocapsa alpina* eintritt, habe ich schon früher (14. p. 284) berichtet.

Es ist auch angegeben worden, daß bei gewissen Formen solche Mikrogonidien oder Körner aus den Mutterzellen ausschwärmen könnten. Über diese Frage und die betreffende Literatur berichten Schmidle (57. p. 395 u. f.) und Kirchner (33. p. 51). Ich selbst schließe mich jenen Beobachtern an, welche nur Molekularbewegung an diesen Körperchen gesehen haben.

Ähnlich, wie bei *Phormidium* scheint, nach Borzis Abbildungen (10. Taf. XVI, Fig. 6) zu schließen, die Bildung von Gonidien und Mikrogonidien bei *Leptothrix crustacea* zu verlaufen, nur schreitet der bei ersterer Gattung in zerstreuten Herden auftretende Prozeß bei letzterer Art in einer bestimmten, von der Basis nach der Spitze zu aufsteigenden Richtung vorwärts.

Im übrigen macht diese von Borzi (10. p. 287) aufgestellte und mit *Inactis tornata* Kütz identifizierte Art den Eindruck, als ob eine *Calothrix* in Gonidien zerfiele. Da nun von Kirchner (33. p. 90) ohne Angabe der Quelle mitgeteilt wird, daß auch bei *Rivularia radians* ein ähnlicher Vorgang beobachtet worden sei, wird eine das ganze Jahr hindurch fortgesetzte Beobachtung eines und desselben Standortes von *Leptothrix crust.* Borzi erforderlich sein, um zu entscheiden, ob es sich hier um eine selbständige Form handelt.

Zur Schilderung einer andern hierher bezüglichen Beobachtungsreihe muß ich an eine früher von mir (15. p. 154) über *Nostoc* gebrachte Mitteilung anknüpfen. Fortgesetzte Beobachtung hat mittlerweile in der Hauptsache immer die gleichen Resultate ergeben und insbesondere die zeitweilige Entstehung von Gonidien aus Grenzzellen bestätigt; jedoch ist noch einiges nachzutragen.

Die aus Gonidien gebildeten Fäden enthielten, so lange sie noch von den vegetativen Fäden zu unterscheiden waren, niemals Grenzzellen, ihrem Austritte aus den Grenzzellen ging nicht notwendigerweise ein Zerspringen der Membran vorher, sondern in feuchten Kulturen schienen die Gonidien öfters auch durch einen Riß aus den Grenzzellen auszutreten.

Das Alter der Grenzzellen war ohne Einfluß, denn ich habe sowohl aus jungen als auch aus ganz alten mit starken Membranverdickungen versehenen Exemplaren den Austritt beobachtet.

Ferner hat sich gezeigt, daß die Gonidienproduktion seitens der Grenzzellen ebenso wie bei *Nostoc commune*, auch an *N. microscopicum* zu beobachten ist und zwar in beiden Fällen nicht nur an frischem Materiale, sondern die Spuren dieses Vorganges sind auch an aufgeweichten Exsikkaten solcher Pflanzen, welche in der Natur langsam eingetrocknet und insoliert worden waren, deutlich zu erkennen.

Als bemerkenswerteste neue Tatsache hat sich ergeben, daß die Gonidienbildung bei *Nostoc* nicht ausschließlich von den

Grenzzellen ausgeht, sondern daß eine gewisse und vielleicht die größere Anzahl dieser Organe aus vegetativen Zellen entsteht. Es haben sich nämlich kurze Reihen von Gonidien gefunden, an welche beiderseits vegetative Zellen angegliedert waren.

In welcher Weise die von vegetativen Zellen abstammenden Gonidien, welche sich von den aus Grenzzellen ausgetretenen in keiner Weise unterscheiden, entstehen, konnte ich nicht beobachten. Nach einem Analogieschlusse ist zu vermuten, daß auch hier Zellverjüngung stattfindet und die Membran der ursprünglichen vegetativen Zelle abgeworfen wird. Es ist dabei zu erwägen, daß die eigentliche Membran von *Nostoc commune*, wie jene aller mit starken Scheiden oder dichten Gallerthüllen versehenen *Cyanophyceen* sehr zart ist. Da nun die Gonidien bildenden Abschnitte der *Nostoc*-Lager immer in zähe Gallerte eingehüllt sind, wird derselbe Fall eintreten, welchen ich schon bei der Keimung der Dauerzellen erwähnte; es wird nämlich eine so dünne und farblose Membran, welche ja auch während des gewöhnlichen Zustandes der Zellen nicht ohne weiteres sichtbar ist, sondern erst nach Auflösung der Gallerte und des Zellinhaltes durch 33prozentige Chromsäure zur Ansicht gebracht werden kann, nach ihrer eventuellen Ablösung in der opaken, gelblichen Gallertumhüllung dem Auge entschwinden.

Eine gewisse äußere Ähnlichkeit mit den Gonidien von *N. commune* scheinen nach Sauvageaus (46. p. 322—325) Beschreibung die „coccoiden" Zellen von *N. punctiforme* oder *N. Hederulae* zu besitzen. Diese Coccen, welche nach Angabe des genannten Autors einen Maximaldurchmesser von 6 μ erreichen können, während Bornet und Flahault (6. p. 190) für die vegetativen Zellen eine größte Dicke von 4 μ angeben, sind also offenbar größer, als letztere; sie entstehen nicht durch Zellverjüngung, sondern werfen ihre Membran erst nach einer Überwinterung ab, wenn sie zu keimen beginnen, so daß es sich hier, wie ich schon in dem Kapitel über Dauerzellen angedeutet habe, um wesentlich andere Gebilde handelt und zwar, wie Sauvageau selbst vermutet, um die schon von Bornet und Flahault angegebenen Sporen, d. i. Dauerzellen von *N. Hederulae*.

Aus gewissen anderen Angaben, welche die Entstehungsweise und Beschaffenheit der fraglichen Zellen nicht präzisieren, ist nicht ersichtlich, ob es sich da um Gonidien, Dauerzellen oder einzellige Hormogonien handelt. So führt z. B. Hansgirg (28. p. 75) an, daß bei den *Lyngbyaceae* unter Umständen einzelne Zellen („Akineten" Willes) entstehen, die sofort „oder erst nach einer kürzeren oder längeren Periode" zu neuen Fäden heranwüchsen, und die man einfach Sporen nennen könnte.

Spaltkörper.

Vorrichtungen von verschiedener Beschaffenheit, welche bestimmt sind, die Ablösung gewisser Bestandteile der Pflanze einzuleiten, kommen zwar bei den höher organisierten Pflanzen.

bis zu den Moosen herab häufig vor, sind aber bei den Algen seltener oder doch weniger bekannt.

Inbezug auf Grünalgen habe ich nur eine einzige derartige Angabe gefunden. Klebs (34. p. 378) macht darauf aufmerksam, daß eine in dem linsenförmigen Querraume zwischen den Zellen einer Mesocarpus sp. ausgeschiedene gallertartige Interzellularsubstanz bei dem Zerfalle der betreffenden Fäden in einzelne Zellen wesentlich mitgewirkt habe.

Bei den fadenförmigen *Cyanophycne* wird die Reihe der Zellen bisweilen von gewissen scheiben — meniskus — oder ringförmigen Gebilden unterbrochen, deren Wesen und Bedeutung bisher noch so wenig untersucht worden ist, daß sie noch nicht einmal bestimmte Namen erhalten haben. Diese Gebilde, welche zwar in den Figuren von verschiedenen Autoren angedeutet, aber nur in den unten zitierten Ausnahmefällen im Texte erwähnt wurden, dürften nach meiner Beobachtung von dreierlei Art sein.

Eine Art derselben, welche sich häufig zwischen den Doppelästen von *Scytonema* findet, ähnelt einer rechteckigen, mit etwas eingedrückten Wandungen versehenen oder auch meniskusförmigen leeren Zelle und wird von Bornet und Flahault (3. p. 332) nur deshalb erwähnt um darauf aufmerksam zu machen, daß derartige Gebilde keine Grenzzellen seien. Meines Erachtens wäre aber noch genauer zu untersuchen, ob es sich hier nicht doch um abgelebte und entleerte Grenzzellen handelt.

Eine zweite Art besteht aus abgestorbenen vegetativen Zellen (Nekriden), welche nach Verlust ihres Turgors zunächst von ihren turgeszenten Nachbarn beiderseits eingedrückt werden, ihren Inhalt dann in verschiedener Weise verändern und schließlich auf einen Membranrest reduziert werden können. Auch bei der Hormogonienbildung (von *Microcoleus lyngbyaceus)* können nach Bornet und Thuret (7. zit. nach Justs Jahresbericht 1876, p. 59) die der Trennungstelle entsprechenden Zellen zerstört werden und dann als körnige Massen oder grünliche Scheiben in der Scheide liegen bleiben. Die von den vorgenannten Autoren an andern Stellen erwähnten „anneaux blancs" und „anneaux de matière refringente" sind nach der Meinung Schwendeners (49. p. 955) überhaupt auf Durchwachsung abgestorbener vegetativer Zellen zurückzuführen.

Für eine dritte Art endlich, welche ich „Spaltkörper" nennen will, geben schon Thuret und Bornet (l. c.) eine selbständige Entstehungsweise an. Gelegentlich der Hormogonienbildung von *Calothrix confervicola* „bemerkt man an den Fäden stellenweise transversale Linien, die dunkler sind, als die gewöhnlichen Querwände. An diesen Stellen wird nämlich zwischen zwei anstoßenden Zellen eine interzellulare Substanz ausgeschieden in Gestalt eines ganz regelmäßigen Ringes."

Mir selbst ist der Nachweis einer primären Entstehung von Spaltkörpern bei *Tolypothrix penicillata* Thur. var. *tenuis* Hansg. gelungen. Durch fortgesetzte Beobachtung eines nächst meiner

Sommerwohnung im Würmsee vegetierenden Bestandes dieser Alge hat sich herausgestellt, daß die schon gelegentlich der Entwicklung der Grenzzellen erwähnte grüne Interzellularsubstanz sich allmählich kondensiert, entfärbt, und schließlich zu einem farblosen ringförmigen Gebilde sich entwickelt.

Ferner hat sich ergeben, daß die gleiche interzellulare Ausscheidung und die gleiche Weiterentwicklung derselben zum mindesten sehr häufig auch an den Trennungsstellen der Hormogonien stattfindet.

Damit ist die Entwicklungsgeschichte jener farblosen (biancastro), lichtbrechenden Ringe aufgeklärt, welche Borzi (9. p. 350) bei *Coleodesmium (Desmonema)*, sodann bei *Tolypothrix* (l. c. p. 358) und *Stigonema* (l. c. p. 377) angegeben und abgebildet hat.

Borzi bringt diese Ringe mit Recht in ganz bestimmte Beziehung zur Ablösung der Hormogonien. Aus vielen in der Literatur zerstreuten Abbildungen, sowie aus meinen oben berührten Beobachtungen geht aber hervor, daß diese Gebilde nicht nur an der Basis der Hormogonien, sondern insbesondere auch an den Austrittsstellen der Scheinäste und zwar nicht nur bei den vorgenannten Gattungen, sondern auch bei *Scytonemaceen* und *Rivulariaceen* vorkommen, und daß sie zur Entstehung der falschen Abzweigungen in einer mindestens ebenso nahen Beziehung stehen als wie zur Abtrennung der Hormogonien.

Die Grenzzellen, welche bisher und zwar insbesondere von Borzi, in erster Linie für die Scheinastbildung verantwortlich gemacht wurden, können da, wo sie überhaupt vorkommen und mit der Scheide verwachsen sind, allerdings einen gewissen Einfluß ausüben. Aber selbst in solchen Fällen ist nach De Barys (1. p. 584) zutreffender Angabe die Scheinastbildung oft schon weit vorgeschritten zu einer Zeit, wo die Grenzzellen noch nicht fertig sind.

Die Spaltkörper scheinen aber im Beginne der Abzweigung immer vorhanden zu sein und zwar auch bei jenen Formen, welche niemals (oder nur ausnahmsweise?) Grenzzellen besitzen und zu der Gattung *Plectonema* vereinigt wurden.

Bei der von mir untersuchten *Tolyptohrix*-Form trat die Spaltkörperbildung als nie fehlende Initialerscheinung jeder Abzweigung auf, obwohl diese Körper an einigermaßen entwickelten Scheinästen sehr oft fehlten. Durch den Austritt des Astes kann der Spaltkörper nämlich in dieser oder jener Weise verschoben werden, wie das Borzi (9. Taf. XI, Fig. 20, a oben) abbildet, und geht dann durch die Rißöffnung der Scheide hindurch leicht verloren.

Ein Umstand, welcher die Aufklärung dieser Verhältnisse sehr erschwerte, besteht darin, daß gelegentlich auch Nekriden die Funktion der Spaltkörper übernehmen können und daß auch diese in einem gewissen Stadium in grüner Farbe erscheinen, Es scheint eben hier die von den benachbarten Zellen ausge-

schiedene Interzellularsubstanz in die Nekriden überzugehen, statt sich selbständig auszugestalten.

Die Nekriden unterscheiden sich von den immer homogenen ächten Spaltkörpern durch einen meist größeren Längsdurchmesser und hauptsächlich durch ihren körnigen oder krümeligen Inhalt. Auch entfärben sie sich nicht so frühzeitig und in der Regel nicht so vollständig, wie letztere.

Zellulosereaktion habe ich an den Spaltkörpern nicht erzielen können. Dagegen besitzen sie bei Tolypothrix, sobald sie sich spontan entfärbt haben, eine große Empfänglichkeit für Schnellfärbung (vergl. Anm. p. 16) mit Eosin.

Den Spaltkörpern homologe Gebilde scheinen auch bei unverzweigten *Cyanophyceen* vorzukommen, wenn auch nicht mit derselben Regelmäßigkeit, wie bei verzweigten Formen. An den Grenzzellen von *Nostoc commune* habe ich öfters nebst den schon beschriebenen inneren, auch äußere polare Auflagerungen gesehen. Es waren hier besonders längere Zeit kultivierte Exemplare, bei welchen interzellulare Ausscheidungen das Abfallen der Grenzzellen einleiteten. (Fig. 6.)

Hierher gehören wohl auch die zerstreut auftretenden meniskusförmigen Gebilde, welche Gomont (26. p. 215 mit Fig. 16 Taf. VI und p. 229 mit Fig. 14, Taf. VII) als „cellulae inflatotorulosae refringentes" beschreibt und den Spezies-Merkmalen von *Oscillatoria anguina* Bory u. *O. brevis* Kütz zurechnet.

An einer Varietät[1]) ersterer Art konnte ich mich überzeugen, daß diese vermeintlichen Zellen sich ebenso aus einer anfänglich grünen und erst allmählich hyalin werdenden Interzellularsubstanz herausbilden, wie die Spaltkörper von *Tolypothrix*, und daß sie auch schließlich eine Trennung des Fadens einleiten. Nach der Trennung blieb der Spaltkörper oft an dem einen Bruchende haften und glich dann einer sehr stark entwickelten *Calyptra*[2]).

Ähnliche Beobachtungen habe ich dann nicht nur an *O. brevis*, sondern auch an *O. limosa* und *Phormidium subfuscum*,

---

[1]) Diese Form, welche sich in einer aus dem Zeller See stammenden *Aegagropila*-Kultur eingestellt hatte, steht der erwähnten Art ziemlich nahe, ohne jedoch weder mit ihr noch mit anderen verwandten Formen vollständig übereinzustimmen. Sie bildet dunkelgrüne Flocken, welche an der Wand des Kulturgefäßes hängen. Ihre Fäden sind $5^1/_2$—7 μ dick, im ganzen wenig verbogen; nur an den Enden schwach spiralig gekrümmt und gegen die stumpfen Spitzen zu ein wenig verdünnt. Die $^1/_2$—$^1/_3$ Quermesser langen Zellen scheinen bei schwächerer Vergrößerung sehr helle, mit ebenfalls hellen Körnern besetzte Septa zu besitzen. Bei Anwendung stärkerer Systeme charakterisieren sich die scheinbaren Querwände aber als Zentralkörper (oder besser „Zentralteile" nach der ursprünglichen Benennung von Zacharias 55), welche in diesem Falle die Eigenschaft der Farblosigkeit in sehr ausgesprochenem Grade besitzen. Die wirklichen Septa lassen sich nur schwer und mit Hülfe von Reagentien erkennen.

[2]) Aus dieser Beobachtung ist nicht zu schließen, daß allen Calyptren eine ähnliche Entstehungsweise zukäme. Diese merkwürdigen Gebilde habe ich schon an Hormogonien gefunden, an welchen sie sich offenbar ganz selbständig entwickelt hatten. Wenn auch wohl nicht alle haubenartigen Verdickungen der Spitzenmembran gleichen Ursprung und gleiche Bedeutung

welche ihren natürlichen Standorten entnommen waren, sowie auch an kultiviertem *Ph. uncinatum* gemacht.

Schließlich ist zu erwähnen, daß Hieronymus (31. p. 492 mit Fig. 14, Taf. XVII) bei vielen *Chroococcaceen*, besonders bei *Chroococcus* selbst und auch bei *Oscillaria* „schön hellgrüne oder auch bisweilen dunkel olivengrüne bis fast bräunliche oder schwärzliche, das Licht aber stark brechende Massen“ bemerkt hat, „welche sich sowohl in den Zellen, oder noch häufiger als fleckiger Überzug über den protoplasmatischen Zellkörper zwischen diesem und der Zellmembran vorfanden.“ „Diese Massen werden von den Zellen der *Cyanophyceen* gelegentlich, bei dem Verjüngungsakt, wenn die Zelle aus der Membran ausschlüpft, ausgeschieden“. Sie färbten sich mit den (welchen?) angewendeten Farbstofflösungen nicht.

Obwohl diese von Hieronymus beobachteten Massen in morphologisch-biologischer Beziehung mit unseren Spaltkörpern keine Analogie zu besitzen scheinen, glaubte ich die Beobachtung doch zitieren zu sollen, weil sie vielleicht auf eine gewisse physiologische Übereinstimmung dieser verschiedenen Ausscheidungen hindeutet.

Aktive Bewegung der Hormogonien.

Über die aktive Beweglichkeit erwachsener *Oscillariaceen*-Fäden existieren sehr zahlreiche Literaturangaben. Dieselben reichen so weit zurück, daß Fresenius (23) schon vor nahezu sechzig Jahren eine Zusammenstellung solcher Daten geben konnte.

Eine Ergänzung dieses Verzeichnisses, sowie ein Eingehen auf die Frage überhaupt, will ich hier unterlassen, da Correns (20) bereits eine ausführlichere diesbezügliche Arbeit in Aussicht gestellt hat. Es empfiehlt sich vielleicht auch, von den über erwachsene Fäden bestehenden Angaben und Anschauungen zunächst ganz abzusehen und die von den Hormogonien ausgeführten Eigenbewegungen gesondert zu untersuchen.

Da bei den meisten hormogonienbildenden *Cyanophyceen* schon bezüglich der aktiven Beweglichkeit überhaupt ein Unterschied zwischen erwachsenen Fäden und Hormogonien besteht, indem die letzteren beweglich, erstere aber unbeweglich sind, erscheint auch bei jenen Formen, bei welchen beide Fadenarten zur aktiven Bewegung fähig sind, eine völlige Übereinstimmung in den motorischen Leistungen der gleichsam als Ersatz für Schwärmsporen dienenden Jugendzustände mit jenen der gereiften Fäden von vornherein nicht wahrscheinlich.

---

haben, und wenn auch ihr Vorkommen und Verhalten bei einer und derselben Art oft sehr schwankend ist und diese Verdickungen deshalb für die Systematik nur von beschränktem Werte sind, so ist doch ihre reelle Existenz so leicht nachzuweisen, daß es mir geradezu unverständlich ist, wie man versuchen konnte, die Calyptra überhaupt für eine optische Täuschung zu erklären.

Die erste einschlägige Mitteilung stammt von Vaucher (53. p. 215—217) und bezieht sich auf *Nostoc verrucosum* und *N. commune*. Bei letzterer Art zerfloß nach andauerndem Sommerregen die Gallerte, und ein Teil der Fäden (nämlich die jenem Autor noch nicht als besondere Organe bekannten Hormogonien) zeigte sehr langsame Bewegungen, welche nur durch Aufzeichnung der gegenseitigen Stellung verschiedener Exemplare in längerer Beobachtung zu konstatieren waren. Diese Bewegungen waren abwechselnd vor- und rückläufig[1]) und erschienen bei *N. verrucosum* am ausgeprägtesten. Nebst der Ortsbewegung (mouvement de transport) kamen auch Krümmungen der Fäden zur Beobachtung, welche der Autor auf äußere Einflüsse zurückführt.

In dem vollen Jahrhundert, welches seit dieser Beobachtung verflossen ist, hat die nähere Kenntnis der uns beschäftigenden Erscheinung nur verhältnismäßig langsame Fortschritte gemacht. Erst 40 Jahre später ist die Frage wieder aufgenommen worden und zwar von Thuret (50. p. 321 u. f.) welcher zuerst erkannte, daß die beweglichen Fäden (Hormogonien) von *Nostoc verrucosum* Vermehrungsorgane seien.

Die ursprünglich sehr langen und verschieden gewundenen Fäden dieser Art trennten sich unter gewissen Verhältnissen von den Grenzzellen und zerfielen in ungleich lange Stücke, welche fast ganz gerade oder nur wenig gekrümmt waren, sich in ihrer Längsrichtung bewegten und auf dem Objektträger zu kriechen schienen. Eine Drehung um ihre Längsachse war nicht zu beobachten.

Später hat derselbe Autor (51. p. 25) auch an *N. vesicarium*, besonders deutlich aber an *N. Mougeotii* ähnliche Beobachtungen gemacht und sich auch inbezug auf *N. commune* von der Zuverlässigkeit der Angaben Vauchers überzeugen können; auch Montagne (zit. von de Bary) konnte diese Beobachtungen bestätigen, und de Bary (1. p. 557) sah die Hormogonien von *N. inundatum* in lebhafter oszillarienartiger Bewegung, konnte die Form dieser Bewegung jedoch nicht ganz genau untersuchen.

Letztgenannter Forscher berichtet dann (l. c. p. 581—582) über die Keimfäden von *Rivularia (Gloeotrichia) angulosa*, welche sich, nachdem sie aus der Scheide herausgekrochen waren, in mehrere Stücke getrennt hatten. „Diese Stücke schieben sich der Länge nach aneinander her, bis sie zuletzt auf gleicher oder nahezu gleicher Höhe nebeneinander liegen“; ihre Bewegung schien sehr langsam von statten zu gehen, so daß sie niemals direkt sichtbar war.

Eine etwas genauere Angabe über die Hormogonien-Bewegung derselben Gattung, und zwar von *Gl. Pisum*, bringt erst in neuerer Zeit eine Mitteilung von Schwendener (49. p. 952). Ein Teil der Keimfäden oder Stücke von solchen gelangten

---

[1]) l. c. p. 215: „le mouvement des uns était dirigé dans un sens différent de celui des autres; et que le même filet après s'être dirigé vers la droite, revenait vers la gauche; et qu'après s'être avancé d'un côté, il paraissait rétrograder du côté opposé.“

an die Oberfläche des Wassers und bildeten kleine schwimmende Bündel. Die einzelnen Fadenstücke eines Bündels waren stets parallel gerichtet und zeigten eine langsame, aber deutliche Bewegung, indem sie der Länge nach sich gleitend gegeneinander verschoben, eine Zeitlang in derselben Richtung, dann in der entgegengesetzten. Die Bewegung erinnerte an die bekannte der *Diatomeen*.

Die relativ zahlreichsten Angaben über verschiedene Einzelheiten dieser Vorgänge und die ersten Versuche einer vergleichenden und zusammenfassenden Betrachtung derselben verdanken wir Borzi. Ich gebe in folgendem einen Abriß der Gesamt-Auffassung dieses Autors, obwohl ich dieser Auffassung in Rücksicht auf die oben zitierten fremden und auf die eigenen Beobachtungen nicht durchaus beipflichten kann.

Nach Borzi (12. p. 5 u. f.) sind je nach dem Charakter der von ihnen ausgeführten Bewegungen zwei Typen von Hormogonien zu unterscheiden:

Die einen bewegen sich in einer geraden Linie, sind selbst vollständig gerade, immer nackt, d. i. ohne Scheide, und stammen von Formen ab, welche eine Scheide besitzen. Sie haben die Neigung, sich an beiden Enden zu verdünnen; beide Enden sind gleichwertig, so daß man weder Basis noch Spitze unterscheiden kann und endigen in allen Fällen beiderseits mit konischen oder hemisphärischen Zellen, welche oft rötlich gefärbt sind. Diese Hormogonien bewegen sich ausschließlich im Wasser, ihre Bewegung ist periodisch und oft von sehr kurzer Dauer. Hierher gehören die Hormogonien von *Lyngbya*, *Plectonema* und allen *Nostocaceae*, *Scytonemataceae*, *Rivulariaceae* und *Stigonemataceae*.

Der andere Typus bewegt sich in einer Spirallinie. Diese Hormogonien sind auch spiralig geformt, besitzen eine sehr dünne und durchscheinende Scheide und verschieden gestaltete Enden. Das eine Ende (bei *Oscillaria* z. B.) besteht aus einer allmählich verdünnten konischen Spitze, das andere aus einem einzigen scheibenförmigen, nach außen konvexem Gliede. Das erstere kann man als die natürliche Spitze des Hormogoniums ansehen, welche hauptsächlich die Bewegung des Fadens regelt, indem sie durch ihre seitliche und zugleich etwas schiefe Richtung die erste Windung einer Spirale andeutet. Diese Disposition ist zum mindestsn für alle terrestren Arten charakteristisch, und die Phase der Reproduktion ist unter der Voraussetzung stabiler äußerer Verhältnisse bei diesen Arten, zu welchen der Autor *Spirulina*, *Oscillaria* und *Microcoleus* rechnet, nahezu unbegrenzt und persistent.

Die schraubige Drehung ist am ausgesprochensten bei *Spirulina*, nur undeutlich bei den zwei anderen Arten, aber doch immer soweit entwickelt, daß sie kenntlich ist und für die spirallinige Bewegung des ganzen Fadens wirksam sein kann. Die Hormogonien von *Borzia trilocularis* nehmen eine Mittelstellung zwischen dem geraden und dem spiraligen Typus ein.

Die Ursache der Bewegung sieht Borzi (12. p. 32 u. 35) in einem „positiven Heliotropismus“, welcher vermittelst der plas-

matischen Verbindungen von jedem Punkte der Oberfläche durch das ganze Hormogonium verbreitet werde und auch nach Erlöschen des Reizes noch nachwirke. Bei den *Oscillarieen* käme dann zu dem Lichtreize noch jener des Kontaktes mit dem Substrate. Auch in einem von Hindernissen freien Medium, an der Oberfläche des Wassers seien diese Fäden beweglich und zwar in einer geraden Linie, während ihre Spitze eine Spirallinie beschreibe. Begegneten sie dann einem Hindernisse, so käme es sehr oft vor, daß der erlittene Stoß sie nötige, plötzlich zurückzuweichen, und zwar mit derselben Schnelligkeit und in ziemlich derselben Linie, wie zuvor, nur daß ihre Spitze jetzt eine der früheren entgegengesetzte Spirallinie beschreibe.

Oscillation, Undulation, Krümmungen, Kriechbewegungen usw. entständen nur dann, wenn das Hormogonium sich nicht von dem Hindernisse befreien könne. Ebenso würde auch bei den geraden Hormogonien der anderen *Nostochineen* durch Hindernisse die natürliche Bewegung alteriert.

In einer anderen Arbeit beschreibt Borzi (8. p. 244—247) die Bewegung der Hormogonien von *Nostoc lichenoides* Vauch., welche im Monate April beobachtet wurde. Dieselbe war vollständig geradlinig, und zwar bewegten sich zwei Hormogonien in entgegengesetzter Richtung. Das eine durchmaß in 5 Min. eine Strecke von 55 μ, in den nächsten 5 Min. 65 μ und dann 80 μ. Nach ungefähr einer Stunde verlangsamte sich die Bewegung und hörte schließlich auf.

Inbezug auf die von Bornet und Thuret (7) entdeckte Bewegung der *Scytonema*-Hormogonien wird von Borzi (9. p. 358 bis 359) angegeben, daß dieselbe geradlinig und sehr langsam sei und durch Lichtwirkung nicht beeinflußt würde, während derselbe Autor später (10. p. 289) seine Ansicht dahin ändert, daß die Bewegung der Hormogonien in allen bekannten Fällen durch das Licht geregelt werde.

Im Gegensatze zu allen anderen nur sehr langsam den Ort veränderten Hormogonien bewegen sich nach Borzi (11. p. 467) jene von *Isocystis* mit großer Schnelligkeit.

Meine eigenen Beobachtungen wurden an *Phormidium uncinatum* Gom. und an 2 Formen an *Ph. autumnale* Gom. gemacht, welche im Oktober und zwar immer nach vorausgegangenem Regen eingesammelt waren und dann nackte Hormogonien gebildet hatten. Die Lufttemperatur bewegte sich bei allen Beobachtungen zwischen 15—16^0 R.

Es wurden nur solche Präparate beobachtet, welche von Fremdkörpern möglichst frei waren; diesen wurde ein etwas sumpfiges Wasser zugesetzt, und das abdunstende Wasser wurde fortgesetzt ergänzt, so daß die Hormogonien freien Spielraum hatten.

In einigen Fällen beobachtete ich auch im hängenden Tropfen. Diese Methode erwies sich aber als unzweckmäßig. In stärker gewölbten Tropfen störte deren zitternde Bewegung, in flachen Tropfen aber war die Beweglichkeit der Hormogonien mehr gefährdet als bei genügendem Wasserzusatze unter dem

Deckglase; auch konnten die Objekte dann oft von der kurzen Fokaldistanz stärkerer Systeme nicht mehr erreicht werden.

Bei allen Beobachtungen wurden Messungen vorgenommen und genaue Aufzeichnungen gemacht, von welchen ich hier jedoch nicht alle Einzelheiten, sondern nur die Resultate mitteilen will.

1. Zunächst hat sich ergeben, daß die Hormogonien von *Phormidium* nach ihrer Form zum ersten der von Borzi (l. c.) aufgestellten Typen zu rechnen wären, weil sie in der Regel nicht vollständig gerade sind, sondern sich an ihnen sehr häufig die von jenem Autor erwähnten Krümmungen — insbesondere des einen Endes — vorfinden und weil sehr oft das eine Ende konisch verdünnt, das andere aber abgerundet ist. Dagegen sind auch öfters beide Enden verdünnt oder beide abgerundet, und in allen Fällen scheinen beide inbezug auf die Ortsbewegung gleichwertig zu sein.

2. Eventuelle Krümmungen des Hormogoniums oder seiner Enden haben auf die Bewegung gar keinen Einfluß; Drehung um die Längsachse und Vorwärts- wie Rückwärtsbewegung erfolgen in gleicher Weise und ohne Rücksicht auf vorhandene oder fehlende Krümmungen des Fadens. Bei *Ph. uncinatum* habe ich eine aus 6 Zellen bestehende gekrümmte Spitze gesehen, welche nur durch die leeren Membranen zweier abgestorbener Zellen mit dem Hauptteile des Hormogoniums in losem Zusammenhange stand. Letzteres rotierte ebenso energisch, wie ein intaktes Exemplar, während das krumme Ende durch den Widerstand des Wassers in wechselnder Weise verdreht und abgeknickt wurde.

3. Die typische Bewegung war nicht kriechend, wie das Thuret (l. c.) von *Nostoc* angibt, sondern die Hormogonien schienen vollständig frei zu schwimmen; nur bei gelegentlicher Berührung mit festen Körpern traten vorübergehend kriechende oder auch unregelmäßige Bewegungen auf. Wurde das eine Ende festgeklemmt, dann führte der freie Teil die bekannten oszillierenden Bewegungen aus.

4. Die gelegentlichen Verbiegungen der Fäden waren nicht vollständig stabil, sondern die Beobachtung mit stärkeren Systemen zeigte, daß sie sich oft langsam veränderten. Einen starren Zustand der Fäden vorausgesetzt, hätten bei ihrer Drehung um die Längsachse zu gewissen Zeiten dieselben Bilder im Mikroskope wiederkehren müssen; das war aber nicht der Fall, sondern es kamen kaum jemals genau dieselben Figuren wiederholt zur Ansicht. Diese Modifikationen der Krümmung traten auch an Exemplaren auf, welche mit keinem Fremdkörper von nennenswerter Größe in Kontakt kamen; ganz feiner Detritus fehlte aber wohl in keinem Falle.

5. Die rückläufigen Bewegungen wurden nicht, wie in den von Borzi (l. c.) erwähnten Fällen durch äußere Hindernisse veranlaßt, sondern schienen autonom zu sein und alternierten ziemlich regelmäßig mit den Vorwärtsbewegungen.

6. Nebst den bisher erwähnten Elementen der Gesamtbewegung, stellte sich noch ein weiteres Element heraus, welches ich Zeigerdrehung nennen will.

Während der Messungen der Hormogonienbahnen war ich, um den Meßstab des Okularmikrometers mit dem Objekte in Kontakt zu halten, oft genötigt, nicht nur letzteres zu verschieben, — was bei einem längeren Vormarsche oder Rückwege selbstverständlich war — sondern auch das Okular zu drehen. In der ersten Viertelstunde erklärte ich mir letztere Notwendigkeit durch Strömungen in dem einerseits verdunstenden, anderseits frisch zugesetzten Wasser und ließ dasselbe nunmehr von anderen Seiten her zufließen. Die seitlichen Verschiebungen des Hormogoniums erfolgten aber trotzdem immer nach der gleichen Richtung wie früher und es stellte sich bald klar heraus, daß noch eine weitere selbständige Bewegungsart im Spiele war. Die Hormogonien schoben sich nämlich nicht genau in der ursprünglichen Richtung ihrer Längsachse hin und her, sondern die Richtung der letzteren veränderte sich allmählich in der Weise, daß die bei einem vom Beobachter nach dem Fenster zu stattfindenden Vormarsche vorausgehende Spitze sehr langsam nach rechts (im mikroskopischen Sinne) und das Ende nach links abwich. Auch bei dem Rückwege des Hormogoniums setzte sich diese in der Richtung eines Uhrzeigers stattfindende Drehung gleichmäßig fort, sodaß während der Hin- und Herbewegungen des Hormogoniums allmählich eine vollständige Umkehr seiner ursprünglichen Richtung, und nach Vollendung eines ganzen Umlaufes wieder die Anfangsstellung resultierte und dann wieder eine neue Drehung begann. Wegen des großen Zeitaufwandes habe ich die Beobachtung nur bis zu $1^1/_2$ Umläufen fortgesetzt.

7. Diese Zeigerdrehung findet an Bruchstücken nicht statt, sondern nur an beiderseits mit unverletzten Enden versehenen Hormogonien; auch an diesen nur eine gewisse Zeitlang nach der Einsammlung und immer nur zur Morgen- oder Abendzeit bei schwacher Beleuchtung. Unter gegenteiligen Verhältnissen wird die Zeigerbewegung unregelmäßig, bisweilen rückläufig, und zessiert schließlich.

8. Eine für die Beurteilung der Gesamt-Bewegung bemerkenswerte Tatsache bestand schließlich darin, daß die Hormogonien auch bei stundenlanger Beobachtung entweder ganz im Gesichtsfelde blieben, oder sich nur auf kurze Strecken daraus entfernten.

Ich habe versucht, eine planimetrische Konstruktion zu finden, welche allen diesen an der Hormogonienbahn konstatierten Momenten Rechnung trägt, und es schien mir schließlich folgende Annahme diesen Forderungen zu entsprechen.

Der Mittelpunkt des Hormogoniums von *Phormidium* läuft immer längs eines Kreisbogens (*a*—*b*, *b*—*c*, *c*—*a* in Fig. 20), während die Längsachse des Organes immer die jeweilige Tangente einhält, also immer zu jenem Radius im rechten Winkel steht, dessen peripheres Ende ihren Mittelpunkt berührt. Die „Zeigerbewegung" wird demnach nicht dem Gange eines gewöhnlichen einarmigen, sondern jenem eines zweiarmigen Uhrzeigers entsprechen.

Bei jeder Umkehr von der Vorwärts- zur Rückwärtsbewegung (bei *a*, *b*, *c*) wird ein neues, dem vorigen entgegengesetzt gekrümmtes Bogenstück beschritten, welches einem Kreise angehört, dessen Zentrum in der peripheren Verlängerung des am Wendepunkte endigenden Radius jenes Bogens liegt, welcher soeben durchmessen wurde. Hat z. B. ein Hormogonium das Bogenstück *a*—*b* in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung durchlaufen, so daß sein Mittelpunkt bei *b* angelangt ist, so wird die Rückwärtsbewegung längs eines Kreisbogens stattfinden, dessen Zentrum in der Verlängerung des Radius *I*—*b* bei *II* liegt.

Die Gesamtbahn, welche aus der Aufeinanderfolge dieser Kreisbogen resultiert, wird verschieden ausfallen, je nach dem Größenverhältnisse, in welchem die einzelnen Kreisbogen zu ihrem Radius stehen.

Dem Umstande, daß die Hormogonien so wenig Neigung zu ausgiebigen Ortsveränderungen zeigen, entspricht am vollständigsten das meiner Figur zugrunde liegende Verhältnis, bei welchem Radius und Sehne der durchlaufenen Bogenstücke gleich groß sind.

In einem solchen Falle würde die Gesamtbewegung in der geschlossenen Bahn *a*—*b*—*c*—*a* stattfinden und somit ein Dreieck mit konkaven Seiten beschrieben. Das Hormogonium würde hier ein ganz bestimmt begrenztes Gebiet niemals verlassen und würde schon nach drei Wegabschnitten eine Zeigerdrehung von 180 ⁰ vollendet haben. Eine so rasche Drehung kommt aber in Wirklichkeit nicht vor.

Verschiedene Modifikationen dieser Konstruktion, deren Darstellung mehr Raum erfordern würde, als das Tafelformat bietet, haben nun ergeben, daß auch eine beliebige Veränderung in den relativen Dimensionen des Radius und der Bogensehne, insbesondere eine solche zugunsten des Radius zu ähnlichen Resultaten bezüglich der Ortsveränderung führt, wenn nur die übrigen vorerwähnten Konstruktions-Bedingungen eingehalten werden.

Läßt man das Hormogonium kleinere Bogenstrecken zurücklegen, sodaß deren Sehne kürzer ist, als der zugehörige Radius, so entstehen keine geschlossenen, sondern nur offene Bahnen, welche ein pentagrammähnliches Aussehen haben.

Und je mehr die Länge der Bogensehne hinter jener des Radius zurückbleibt, desto spitzer werden die Winkel, unter welchen die aufeinander folgenden Bahnbögen divergieren, und es entsteht eine mit der relativen Größe des Radius zunehmende Anzahl von pentagrammähnlichen und sich gegenseitig überschneidenden Figuren, immer mit dem gleichen Resultate: Einschränkung der Ortsveränderung auf einen gewissen Raum und Zeigerdrehung des Hormogoniums. Die Anzahl der zu einer Drehung von 180 ⁰ erforderlichen Hin- und Herwege wächst aber gleichmäßig mit der Zunahme des Radius.

Bisher war vorausgesetzt, daß die einzelnen Wegstrecken, welche das Hormogonium von einer Umkehr bis zur andern zu-

rücklegt, alle gleich groß seien. Das ist aber, wie ich hier konstatieren will, tatsächlich nicht der Fall, sondern diese Strecken sind, gleichviel ob es sich um Vorwärts- und Rückwärtsbewegung handelt, von sehr verschiedener Größe. Bei *Phormidium* habe ich solche von 11 μ bis zu 350 μ Länge gemessen; im Mittel schienen sie sich zwischen 30 und 60 μ zu bewegen.

Mit Zirkel und Lineal läßt sich leicht nachweisen, daß auch Konstruktionen, in welchen die Größe der Bahnbögen fortwährend wechselt, falls diese Größendifferenzen nur gewisse Grenzen nicht überschreiten und ein gewisser Wechsel zwischen kleineren und größeren stattfindet, ganz ähnliche Resultate ergeben, wie die erwähnten Änderungen des Krümmungsradius.

Als drittes Moment, welches den aller Wahrscheinlichkeit nach existierenden bestimmten Typus der Bahn alterieren kann, sind schließlich verschiedene äußere Einflüsse, wie z. B. die niemals vollständig auszuschließenden kleinen Fremdkörper, schleimige Substanzen, Strömungen des Wassers und dergl. zu berücksichtigen.

Unter diesen Umständen schienen mir weitergehende Messungen und Berechnungen keinen Zweck zu haben, da wohl kaum zu entscheiden sein wird, welche von den erwähnten drei Momenten und in welchem Maße dieselben im speziellen Falle wirksam sind.

Ich begnüge mich deshalb, zu konstatieren, daß die in Fig. 20 enthaltene Konstruktion nur den qualitativen Charakter der Hormogoniumbahn von *Phormidium* andeuten soll, daß aber die quantitativen Verhältnisse niemals vollständig mit dieser Konstruktion übereinstimmen.

Das Tempo der Vorwärts- und Rückwärtsbewegung ist sehr wechselnd. Ein Exemplar legte in $^1/_2$ Min. einen Weg von 28 μ zurück, ein anderes durchlief 348 μ in 8 Minuten, ein drittes 30 μ in $^2/_3$ Min., und ein weiteres Hormogonium gebrauchte zu einem Wege von 11 μ nahezu 3 Minuten.

Ebenso ging die gleichzeitig erfolgende Zeigerdrehung mit sehr verschiedener Schnelligkeit vonstatten. Die langsamste Drehung fand ich an einem Hormogonium von *Phormidium uncinatum*, welches zu einer Abweichung von 90^0 $^3/_4$ Stunden bedurfte: ein anderes drehte sich in 5 Min. um 30^0; ein solches von *Ph. uncinatum* bedurfte hierzu nur 3 Minuten, erreichte in den nächsten 4 Min. eine Ablenkung von 90^0 und nach weiteren 8 Minuten eine Gesamtdrehung von 180^0.

Vergleicht man die vorstehend beschriebenen Beobachtungen über die Bewegungserscheinungen der *Phormidium*-Hormogonien mit den über die Bewegung erwachsener *Oscillarien* bekannten Verhältnissen, bezüglich welcher ich auf die neueren Mitteilungen von Correns (20) und Kolkwitz (35 und 36) hinweise, so ergibt sich, daß erstere selbständiger und komplizierter sind als letztere.

Während nach Correns (l. c. p. 141) die Bewegung von *Oscillaria* nur aus 2 Elementen besteht, nämlich Kriechen in

der Richtung der Längsachse und Drehung um die Längsachse, scheint in unserem Falle die typische Bewegung in 3 oder 4 Elemente zerlegbar zu sein; Schwimmen in der Richtung der Längsachse, Drehung um die Längsachse, sodann Drehung der Längsachse selbst um ihren Mittelpunkt (d. i. Zeigerdrehung), wozu als allerdings nicht sicher autonomes viertes Element sich noch gelegentliche Verbiegungen oder Streckungen einzelner Fadenabschnitte gesellen.

Eine ähnliche Differenz ergibt sich auch bei einer Gegenüberstellung der von mir an *Phormidium* gemachten Wahrnehmungen mit den oben zitierten fremden Angaben über die Bewegung der Hormogonien anderer Gattungen, indem letztere in einer gewissen Übereinstimmung mit der Bewegungsweise einerseits der *Oscillariaceen*, anderseits der *Diatomaceen* stehen. Aus den betreffenden Mitteilungen scheint aber hervorzugehen, daß diese Beobachtungen bei hellem Lichte gemacht worden sind, während die meinigen bei sehr schwacher Beleuchtung stattfanden. Ich glaube deshalb annehmen zu dürfen, daß die Hormogonien zu zweierlei Arten von aktiver Bewegung, nämlich sowohl zu autonomer, als zu induzierter, befähigt sind, von welcher die erstere, bisher unbekannte, in typischer Weise nur bei sehr schwacher Beleuchtung in Tätigkeit tritt, während bei voller Beleuchtung ausschließlich oder doch vorwiegend induzierte Bewegung stattfindet.

Literatur.

1. Bary, A. de, Beitrag zur Kenntnis der *Nostocaceen*, insbesondere der *Rivularieen*. (Flora 46. 1863. Mit Taf. VII.)
2. Beck Mannagetta, G. v., Die Sporen von *Microchaete tenera* und deren Keimung. (Österr. botan. Zeitschr. XLVIII. 1898.)
3. Bornet et Flahault, Révision des *Nostocacées* hétérocystées etc. 1. fragm. (Annal. d. sc. nat. Sér. VII Bot. T. III. 1886.)
4. Desgleichen, 2. fragm. (Ibid. T. IV. 1886.)
5. Desgleichen, 3. fragm. (Ibid. T. V. 1887.)
6. Desgleichen, 4. fragm. (Ibid. T. VII. 1888.)
7. Bornet et Thuret, Notes algologiques. Paris 1876—1879.
8. Borzi, A., Note alla morfologia e biologia delle alghe ficochromacee. (Nuovo giornale botan. ital. X. 1878.)
9. Desgleichen (XI. 1879.)
10. Desgleichen (XIV. 1882.)
11. Borzi, A., Nachträge zur Morphologie und Biologie der *Nostocaceen*. (Flora LXI. 1878.)
12. Borzi, A., Le comunicazioni intracellulari delle *Nostochinee*. (Malpighia A. I. Fasc. II. 1886.)
13. Borzi, A., Probabili acenni di conjugazione presso alcune *Nostochinee*. (Bolletino della società bot. ital. a. 1895.)
14. Brand, F., Der Formenkreis von *Gloeocapsa alpina*. (Bot. Zentralbl. LXXXIII. 1900.)
15. Brand, F., Bemerkungen über Grenzzellen und über spontan rote Inhaltskörper der *Cyanophyceen*. (Ber. D. Bot. Ges. XIX. 1901.)
16. Braun, Al., Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. Leipzig 1851.
17. Carter, Ann. and magaz. nat. hist. II. Ser. Vol. XVIII.
18. Cavara, F., Resistenza fisiologica del *Microcoleus chtonoplastes* Thur. etc. (Nuovo giorn. bot. it. Vol. IX. 1902.)

19. Cohn, F., Beiträge zur Physiologie der *Phycochromaceen* und *Florideen*. (Archiv f. mikroskop. Anatomie v. M. Schultze. III. 1867.)
20. Correns, C., Über die Membran und die Bewegung der *Oscillarien*. (Ber. D. Bot. Ges. XV. 1897.)
21. Dujardin, F., Thèse sur le *Nostoc*. 1838.
22. Falkenberg, P., Die Algen im weitesten Sinne. (Schenks Enzyklopädie der Naturwissenschaften. I., 1. Botanik 2.) Breslau 1882.
23. Fresenius, G., Über den Bau und das Leben der *Oscillarien*. (Museum Senkenbergianum. Abh. aus d. Gebiete der beschreib. Naturgesch. III. 1845.)
24. Gomont, M., Recherches sur les enveloppes cellulaires des *Nostocacées*. (Bulletin de la société bot. de France. T. XXXV. 1888.)
25. Gomont, M., Monographie des *Oscillariées*. (Ann. sc. nat. Sér. VII. Bot. T. XV. 1892. 1. part.)
26. Desgleichen (T. XVI. 1892. 2. part.)
27. Hansgirg, A., Über neue Süßwasser- und Meeresalgen. (Sitz.-Ber. d. k. böhm. Ges. d. Wissensch. Bd. I. 1890.)
28. Hansgirg, A., Prodromus der Algenflora v. Böhmen. T. II. Prag 1892.
29. Hariot, P., Sur une algue qui vit dans les racines des *Cycadées*. (Comptes rendus. CXV. 1892.)
30. Hegler, R., Untersuchungen über die Organisation der *Phycochromaceen*-Zelle. (Jahrb. f. wiss. Bot. XXXVI. 1901.)
31. Hieronymus, G., Beiträge zur Morphologie und Biologie der Algen. (Cohns Biol. Beitr. Pfl. V. 1892.)
32. Itzigsohn, H., Über *Gloeocapsa*. (Gesellsch. naturforsch. Freunde in Berlin. 1875.)
33. Kirchner, O., *Schizophyceae*. (Engler, die natürl. Pflanzenfamilien. I 1. a. 1900.)
34. Klebs, G., Über die Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten. (Unters. d. botan. Instit. Tübingen. II. 1886—1888.)
35. Kolkwitz, R., Über die Krümmungen bei den *Oscillariaceen*. (Ber. D. Bot. Ges. XIV. 1896.)
36. Kolkwitz, R., Über die Krümmungen und den Membranbau bei einigen Spaltalgen. (Ber. D. Bot. Ges. XV. 1897.)
37. Macallum, A. B., On the cytology of non nucleated organisms. (Transact. Canad. Instit. Vol. VI. Toronto 1899.)
38. Macchiati, L., Sulla Lyngbya Borziana etc. (Nuovo Giorn. de bot. ital. XXII. 1890.)
39. Macchiati, L., Sulla formazione delle spore nelle *Oscillariacee*. (Atti del Congresso botan. internazionale di Genova. 1893.)
40. Nadson, G., Über den Bau des *Cyanophyceen*-Protoplasts. (Scripta botanica horti univ. imp. Petropolit. T. IV. 1895.)
41. Nägeli, C., Gattungen einzelliger Algen. Zürich 1849.
42. Nägeli, C., Die Stärkekörner. (Pflanzenphysiol. Unters. v. Nägeli und Cramer. Heft 2. Zürich 1858.)
43. Palla, E., Beitrag zur Kenntnis des Baues des *Cyanophyceen*-Protoplastes. (Jahrb. f. wissensch. Bot. XXV. 1893.)
44. Pringsheim, N., Über die Befruchtung und Keimung der Algen. (Monatsber. der k. Akad. d. Wissensch. z. Berlin. 1855.)
45. Sachs, J., Zur Entwicklungsgesch. v. *Collema bulbosum*. (Bot. Zeitung XIII. 1855.)
46. Sauvageau, C., Sur l'état coccoide d'un *Nostoc*. (Comptes rendus CXV. 1892.)
47. Schmidle, W., Zur Entwicklung von *Sphaerozyga oscillarioides*. (Ber. D. Bot. Ges. XV. 1896.)
48. Schröder, B., Untersuchungen über Gallertbildungen der Algen. (Verhandl. d. naturhist.-mediz. Vereins zu Heidelberg. Neue Folge. VII. 1902.)
49. Schwendener, S., Zur Wachstumsgeschichte der *Rivularien*. (Sitzungsberichte d. k. Preuß. Acad. d. Wissensch. 1894. II.)
50. Thuret, G., Note sur le mode de reproduction du *Nostoc verrucosum*. (Ann. sc. nat. Sér. III. Bot. T. II. 1844.)

51. Thuret, G., Observation sur la réproduction de quelques *Nostochinées*. (Mém. de la soc. imper. d. sc. nat. Cherbourg. V. 1857.)
52. Thuret, G., Essai de classification des *Nostochinées*. (Ann. sc. nat. Sér. VI. Bot. T. I. 1875.)
53. Vaucher, Histoire des conferves d'eau douce. Genève 1803.
54. Wille, N., Algologische Mitteilungen. (Jahrb. f. wissensch. Bot. XVIII. 1887.)
55. Zacharias, E., Über die Zellen der *Cyanophyceen*. Botan. Zeitung XLVIII. 1890.)

Figurenerklärung.

Alle Figuren sind in ca. 1000-facher Vergrößerung gezeichnet.

Fig. 1 mit 6. *Nostoc commune* Vauch.

Fig. 1. Fadenstück, welches nebst einer terminalen Grenzzelle nur gelbliche Dauerzellen enthält. Letztere besitzen nebst der farblosen allgemeinen (g) noch eine spezielle zähe und bräunlich-gelb gefärbte Gallerthülle. Dieser Zustand der Alge fand sich im Oktober auf nur zeitweise befeuchtetem Kiesboden.

Fig. 2. Anderes Stück derselben Alge, in welchem die Dauerzellen zu spangrünen vegetativen Zellen ausgekeimt sind.

Fig. 3. Junge Grenzzelle mit zwei vegetativen Zellen.

Fig. 4. Entwickelte Grenzzelle mit leichter Eindrückung der an die Fadenzellen anschließenden Wand, nur schwacher polarer Verdickung der letzteren und einem der innern Öffnung des Porus anliegenden großen Cyanophycin-Knopfe.

Fig. 5. Alte Grenzzelle mit obliteriertem Porus, starker Membranverdickung, ohne Cyanophycin-Knopf.

Fig. 6. Unsymmetrisch gebaute zweiporige Grenzzelle mit geringer polarer Membranverdickung und je einem den Poris anliegenden Cyanophycinkorne. Den beiden Polen ist von außen je ein Spaltkörper (s) angelagert. Kulturprodukt.

Fig. 7. *Gloeocapsa nigrescens* Näg. Eine Kolonie, welche sich im Dauerzustande befunden hatte und nunmehr in Auflösung begriffen ist. g.) Primäre Gallerte, welche bereits entfärbt ist, und deren Kutikula sich gelöst hat, so daß der äußere Umriß unregelmäßig geworden ist. d, d.) Gelbliche große Dauerzellen. v, v.) Spangrüne vegetative Zellen (Keimlinge der vorigen). An zwei Familien ist die Kutikula des Dauerzustandes noch erhalten. Nach einem lebenden, während einer warmen Woche des Monats Januar eingesammelten Exemplare.

Fig. 8 mit 14. *Tolypothrix penicillata* Thur. var. *tenuis* Hansg.

Fig. 8. Fadenstück, in welchem sich zur Einleitung der Scheinastbildung zwischen zwei Zellen dunkelgrüne Interzellularsubstanz (i s) ausgeschieden hat. Würmsee an beschatteter Stelle in Juni. Lebend.

Fig. 9. Späteres Stadium von 8. Die Interzellularsubstanz hat sich entfärbt und zu einem Spaltkörper (s) verdichtet. Die obere Zelle (g) hat sich zu einer jungen Grenzzelle ausgebildet, die untere, welche hier eine Vakuole enthält, wird zur Spitzenzelle eines Scheinastes und schickt sich bereits zum seitlichen Durchbruche an. Vom gleichen Materiale wie Fig. 8.

Fig. 10. Grenzzelle im ersten Stadium der Teilung. Vom gleichen Materiale.

Fig. 11. Weiter vorgeschrittenes Teilungsstadium einer anderen Grenzzelle vom gleichem Materiale. Nebst einem dem Porus anliegenden Cyanophycin-Knopfe liegt noch ein weiteres Korn exzentrisch im geschlossenen Ende der Grenzzelle.

Fig. 12. Abzweigungsstelle eines Scheinastes, mit Methylenblau behandelt. Der Porus der Grenzzelle (g) hat sich erweitert, und der kontrahierte Zellinhalt ist in die Öffnung vorgedrungen.

Fig. 13. Interkalares zweizelliges Hormogonium, welches zwischen zwei Spaltkörpern (s, s) in der Scheide eingeschlossen ist.

Fig. 14. Fadenstück, welches von einem Spaltkörper (s) unterbrochen ist. Die beiderseits an letzteren anstoßenden je zwei Zellen (i, i) sind jüngeren Datums und scheinen aus Grenzzellen, deren Membran noch sichtbar ist, ausgekeimt zu sein und sich dann den älteren Fadenstücken angegliedert zu haben.

Fig. 15 mit 17. *Phormidium uncinatum* Gom.

Fig. 15. Fadenstück mit einer leeren Zelle Gonidien (g) und Mikrogonidien (m).

Fig. 16. Desgl. mit vegetativen Zellen Nekriden (n), Gonidien (g), von welchen sich eine bereits geteilt hat, sowie einer Mikrogonidie (m), welche sich aus dem überlebenden Protoplasma-Reste einer Nekride gebildet hat.

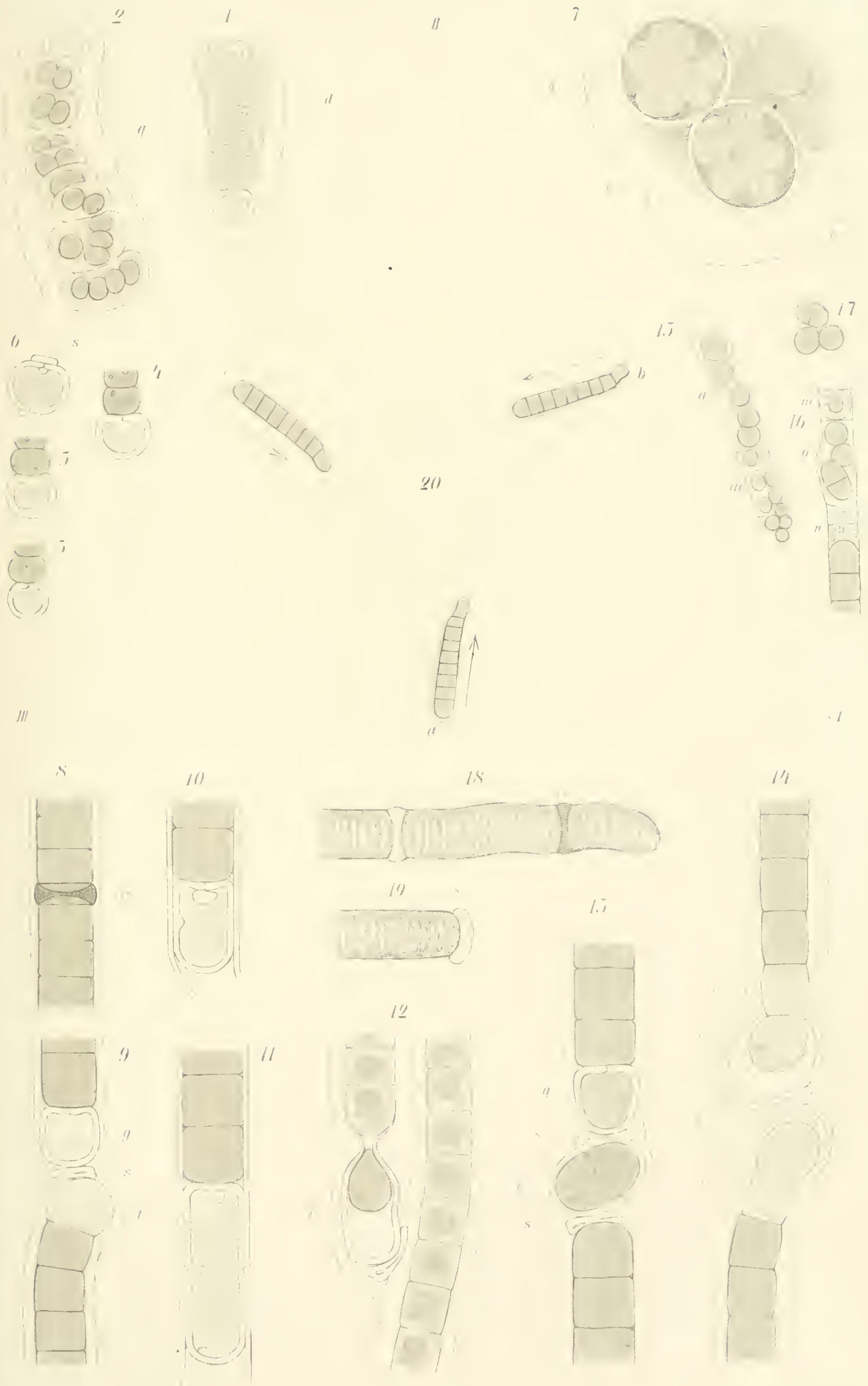
Fig. 17. Drei freie Gonidien, von welchen sich eine geteilt hat.

Fig. 18 und 19. *Oscillatoria anguina* Bory forma.

Fig. 18. Fadenstück mit einem grünen noch unentwickelten (is) (Interzellularsubstanz), und einem farblosen, entwickelten Spaltkörper (s).

Fig. 19. Bruchende eines Fadens, an welchem der Spaltkörper (s) wie eine Calyptra daransitzt.

Fig. 20. Schematische Darstellung des vermutlichen Grundprinzipes der Hormogonienbahn von *Phormidium*. Als Ausgangspunkt der Beobachtung ist der Punkt a gedacht. Von hier aus folgt das Hormogonium in der Richtung des Pfeiles dem Kreisbogen a—b. Von b aus wird es rückläufig längs des Bogens b—c, um dann wieder mit der Spitze voraus nach a zurückzukehren. I, II, III.) Die Zentra der durchlaufenen Kreisbögen. Weitere Erklärung auf p. 28 u. f. des Textes.



Gustav Fische

Druckfehler-Berichtigung.

In Ikenos Arbeit in Beih. z. Bot. Centralbl. Bd. XV, Heft 1, betreffend „Beiträge zur Kenntnis der pflanzlichen Spermatogenese usw.“, lies:

Seite	Zeile			
82	18	Swingle	statt	Swinglel
82	27	centrospheres	„	centropheros
82	28	but	„	buts
82	29	unmistakable	„	umistakable
83	6	oben genannten	„	bisher bekannten
83	31	Yet	„	Yed
83	32	indication	„	indications
83	41	unabhängig	„	abhängig
83	50	signify	„	signifi
85	14	with	„	wit
87	13	Altersstadien	„	Asterstadien

Beiträge zur Kenntnis der pflanzlichen Spermatogenese: Die Spermatogenese von *Marchantia polymorpha*.

Von

Prof. **S. Ikeno,**

Agricultural College, Tokyo Imperial University, Komaba.

(Mit Tafel 3 und 1 Textfigur.)

Die Spermatogenese bei den Lebermoosen wurde bisher von verschiedenen Forschern studiert, wie z. B. Campbell[1]), Buchtien[2]), Leclerc du Sablon[3]), Guignard[4]), Schottländer[5]), Strasburger[6]), wenn man von den Untersuchungen älteren Datums absieht. Die Arbeit von Guignard[7]) ist die eingehendste von den bisher über die pflanzliche Spermatogenese veröffentlichten und durch die gewöhnliche Genauigkeit dieses bekannten Forschers ausgezeichnet, allein sein Schluß, daß der Hauptkörper der Spermatozoiden bei *Chara* und den Farnkräutern lediglich aus dem metamorphosierten Zellkerne besteht, wurde von anderen Autoren nicht bestätigt. Belajeff entwickelte, hauptsächlich auf Grund seiner ausgezeichneten Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der Spermatozoiden der *Characeen*, die jetzt allgemein herrschende Lehre, daß der Hauptkörper der Spermatozoiden nicht nur aus dem

1) Zur Entwickelungsgeschichte der Spermatozoiden. (Ber. der Deut. Bot. Ges. Bd. V, 1877 p. 120.)

2) Entwickelungsgeschichte des Prothalliums von *Equisetum*. (Bibliotheca Botanica Heft 8. 1887.)

3) Sur la formation des Anthérozoïdes des Hépatiques. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, 19 mars 1888, p. 876.)

4) Développement et constitution des Anthérozoïdes. (Revue gén. de Bot. I, 1889, p. 1.)

5) Beiträge zur Kenntnis des Zellkerns und der Sexualzellen bei Kryptogamen. (Cohns Beitr. z. Biol. der Pflanzen VI 2, 1892.)

6) Schwärmsporen, Gameten, pflanzliche Spermatozoiden und das Wesen der Befruchtung. (Histol. Beitr. Heft IV, 1892.)

7) l. c.

Zellkern, sondern auch aus Cytoplasma besteht[1]). Zwei Jahre nach dem Erscheinen der Belajeffschen in russisch geschriebenen Arbeit veröffentlichte Strasburger seine Studien über den Bau und die Entwickelung der Spermatozoiden bei einigen Lebermoosen und bestätigte dabei die Angabe dieses Forschers[2]). Somit beruht nun die Tatsache der Zusammensetzung des Spermatozoidenkörpers aus Zellkern und Cytoplasma auch bei den Lebermoosen auf festem Boden.

Nach seiner soeben genannten Arbeit beobachtete Guignard am vorderen Ende der Spermatozoiden von *Sphagnum fimbriatum* eine kleine Anschwellung, an welcher die Cilien inseriert sind[3]), und kurz nachher beschrieb er auch bei *Pilularia* ein gleichartiges Körperchen[4]). Belajeff beobachtete bei den Spermatiden von *Chara* einen sog. „Plasmahöcker", auf welchem die Cilien inseriert sind, und aus welchem sie hervorwachsen[5]). Schottländer fand bei *Marchantia polymorpha*, dem Zellkerne der Spermatiden angelagert, „zwei rote Körperchen, wahrscheinlich die Centrosomen"[6]) und unmittelbar der Zellwand angelagert, „andere, in einer Reihe angeordnete, kleine, rote Körnchen und ein größeres getrennt von ihm"[7]); nach dem Autor „dürften diese Körner in irgend welcher Beziehung zur Differenzierung der Cilien stehen"[8]). Strasburger fand auch bei *Pellia calycina* den „Cytoplasmahöcker", welcher an dem Außenrande des Zellkernes erscheint, und aus welchem die beiden Cilien hervorwachsen[9]). Es folgte dann die Entdeckung der centrosomartigen Körperchen, sowohl bei den Gefäßkryptogamen als auch bei den Gymnospermen. Infolge der eifrigen Studien verschiedener Forscher sind wir nun über das Verhalten dieses Körperchens — des sog. „Blepharoplasten"[10]) — ziemlich gut unterrichtet, sowohl bei den Gefäßkryptogamen als auch bei den Gymnospermen. Betreffend des entsprechenden Gebildes bei den Bryophyten wissen wir fast gar nichts. Strasburger, welcher es in seiner Arbeit über die Spermatogenese der Lebermoose als „Cytoplasmahöcker" bezeichnete, führte über

---

[1]) Über Bau und Entwickelung der Antherozoiden Heft I *Characeen*. 1892 (Russisch). Deutsche Übersetzung in Flora 79. Bd., 1894. p. 1. Die Citate beziehen sich immer auf die deutsche Arbeit.

[2]) l. c. p. 124.

[3]) l. c. Sep.-Abdr. p. 23.

[4]) Sur les Anthérozoïdes des Marsiliacées et des Équisétacées. (Bull. de la Soc. bot. de France. Tome XXXVII. 1889 p. 380.)

[5]) l. c.

[6]) l. c. p. 286.

[7]) l. c.

[8]) l. c.

[9]) l. c.

[10]) Trotz der Meinungen verschiedener Forscher gegen die Homologie der sog. „Blepharoplasten" mit den Centrosomen sehe ich keine Veranlassung, um meine Ansicht umzuändern, und halte auch noch jetzt daran fest (s. weiter unten). Wenn ich in dieser Arbeit das von Webber eingeführte Wort „Blepharoplast" unten gebrauche, so geschieht es nur für den

seine Herkunft usw. keine eingehenden Studien aus[1]). Seitdem sind schon zehn Jahre verflossen, doch wurde von niemandem diese Frage wieder berührt. Meiner Ansicht nach darf die Verfolgung der Spermatogenese der Lebermoose, und zwar der zur Spermatogenese führenden karyokinetischen Teilungen ein besonders hohes Interesse beanspruchen, da das Vorkommen der Centrosomen resp. Centrosphären vielfach bei den Lebermoosen erwähnt wurde[2]) und man vielleicht irgend welche Beziehung zwischen den typischen Centrosomen und den sog. Blepharoplasten aufdecken und auf die viel umstrittene Frage der Homologie dieser beiden Gebilde einiges Licht werfen könnte. Sogar dann, wenn keine derartige Beziehungen zutage gebracht werden könnten, dürften solche Studien nicht ganz unwillkommen sein, da sie uns mit dem Verhalten der Blepharoplasten bei einer bisher in dieser Hinsicht kaum studierten Pflanzengruppe bekannt machen und unsere Kenntnis über die Blepharoplasten an sich mehr oder weniger erweitern würden.

Meine Untersuchungen wurden vorläufig nur an *Marchantia polymorpha* angestellt, da sie zur Zeit die einzige mir zur Verfügung stehende Art von Lebermoosen ist. *Marchantia* bietet, wegen der außerordentlichen Kleinheit ihrer Antheridienzellen, für die cytologischen Untersuchungen nicht geringe Schwierigkeiten, weshalb ich bald meine Studien an dafür günstigeren Arten fortzusetzen beabsichtige, wie z. B. *Pellia epiphylla* und besonders *Makinoa crispata*, welche unter den Lebermoosen durch die Entwickelung der größten Spermatozoiden ausgezeichnet ist[3]); außerdem will ich dann meine Studien auch auf einige Laubmoose ausdehnen.

Das Material wurde von der mit gleichem Volumen destillierten Wassers verdünnten Flemmings Lösung mit bestem Erfolge fixiert. Inbezug auf die Färbung gelang mir das bekannte Flemmings dreifarbige Verfahren nicht, aber ich erhielt ziemlich befriedigende Resultate mit der Eisenhämatoxylinmethode Heidenhains ohne oder mit Nachfärbung durch Anilinwasser-Safranin usw. Wegen der extremen Winzigkeit der Zellen wurden sie in sehr dünne Schnitte — 2 oder 3 μ dicke — zerlegt.

Zweck der Ausdruckvereinfachung, um die mit bestimmter Funktion betrauten Centrosomen anzudeuten, und nicht deshalb, weil ich diese Körperchen als Organe sui generis betrachte.

[1]) l. c.

[2]) Farmer, On Spore-formation and Nuclear Division in the Hepaticae. Ann. of Bot. Vol. IX, 1895 p. 469. — Farmer and Reeves, On the Occurrence of Centrospheres in *Pellia epiphylla* Nees. Ann. of Bot. Vol. VIII, 1894 p. 219. — Van Hook, Notes on the Division of the Cell and Nucleus in Liverworts. Bot. Gaz. Vol. XXX, 1900 p. 394. — Davis, Nuclear Studies in *Pellia*. Ann. of Bot. Vol. XV, 1901 p. 147. — Schottländer l. c. — Strasburger, Karyokinetische Probleme. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXVIII, 1895.

[3]) Miyake, *Makinoa*, eine neue Gattung der Lebermoose aus Japan, Hedwigia, Bd. XXXVIII, 1899 p. 174; auch Bot. Mag., Tokyo, Vol. XIII, 1899 p. 23.

Diese Untersuchungen, welche selbstverständlich nur unter sehr starker Vergrößerung möglich sind, wurden mit vorzüglichen Resultaten unter einer sehr hellen Beleuchtung durch das Gasglühlicht Welsbachs ausgeführt.

Gehen wir nun zu meinen eigenen Untersuchungen über.

Bei der anhaltenden Größenzunahme des Antheridiums findet bekanntlich eine Serie von Zellteilungen der Innenzellen statt, bis eine definitive Anzahl von Spermatiden gebildet ist[1]). Ich habe die Karyokinesen in diesen verschiedenen Zellgenerationen studieren und dabei mich von der völligen Übereinstimmung der feineren Vorgänge überzeugen können. Wenn ich daher die Entwickelung der Antheridienzellen zu Beginn nicht beobachten konnte, so zweifle ich doch nicht im geringsten daran, daß die Vorgänge der Kern- und Zellteilung bei jeder Zellgeneration mit einander völlig übereinstimmen.

Wie finden nun diese Teilungsvorgänge statt? Jede Innenzelle des Antheridiums ist im Umriß viereckig oder fast so und, abgesehen von einer mehr oder minder großen Anzahl von oft vorhandenen kleinen Vakuolen, mit Cytoplasma dicht gefüllt (vgl. Fig. 1—16). Der Zellkern ist von einer ziemlich dicken Kernmembran umgeben. In den jungen Antheridien konnte ich keine wirklich ruhenden Kerne auffinden, was vielleicht kein Wunder ist, da dann die Kerne in sukzesiven Teilungen begriffen sind. Wenn man dabei die durch Hämatoxylin gefärbten Kerne mit Eisenammon nur kurz behandelt, so sieht man, daß das Kerngerüst eine inmitten der Kernhöhle sehr intensiv dunkelviolett gefärbte knäuelartige Masse bildet, aber wenn diese Behandlung länger dauert, so sieht man, dass es aus einer Anzahl von intensiv gefärbten ziemlich groben unregelmäßigen Chromatinstückchen besteht. Ein Nukleolus ist nicht nachzuweisen.

Die Zahl der Chromosomen bei dieser Kernteilung beträgt nach Schottländer acht[2]), welche Angabe ich bestätigen konnte. Sowohl bei dem Monaster als Dyaster sind sie nämlich in Polansicht leicht abzuzählen (Fig. 12 u. 15); jedes Chromosom ist zweischenkelig und richtet seine konvexe Seite nach dem Zentrum der Zelle hin. Die Längsspaltung der Chromosomen konnte ich nicht beobachten. aber daß dieser Vorgang stattfindet, ist keineswegs zu bezweifeln, da jedes Chromosom beim Dyaster nur halb so dick ist wie beim Monaster (vgl. Fig. 12 mit Fig. 15); ausserdem konnte van Hook diese Längsspaltung tatsächlich bei den Zellen der Archegoniophoren beobachten[3]).

---

[1]) Vgl. Strasburger. Die Geschlechtsorgane und die Befruchtung bei *Marchantia polymorpha* L. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. VII. 1869—1879. p. 409.
[2]) l. c. p. 286.
[3]) l. c. p. 394.

Bei der Karyokinese der jungen Antheridien konnte Schottländer Zentrosomen wahrnehmen und zwar im Stadium des Dyasters und Dispirems je eines resp. zwei an jedem Pol der Teilungsfiguren [1]. Ich konnte auch hier seine Angabe bestätigen. Da jedoch seine Beobachtungen über die Zentrosomen bei *Marchantia* nur sehr gering und sogar neuerdings in Frage gestellt sind [2], so wird es nicht unwesentlich sein, hier alle in dieser Beziehung von mir gemachten Beobachtungen anzuführen.

Beginnen wir zunächst unsere Betrachtungen mit dem in Fig. 7 dargestellten Stadium. Dabei sieht man an den entgegengesetzten Punkten des rundlichen Zellkernes, in geringer Entfernung von der Kernmembran, je ein kleines Körperchen, welches ich nach seinem Verhalten und seiner Lage in der Zelle als Zentrosom deuten möchte. Es ist nicht von radialen Strahlen umgeben, aber innerhalb der Zelle ist es leicht zu unterscheiden, da die letztere im allgemeinen von andern Körnchen frei ist, welche irrtümlicherweise für Centrosomen gehalten werden könnten. Dieses Zentrosom ist auch nicht selten von einem hellen Hof umgeben, welchen ich als ein durch die Präparation entstandenes Schrumpfungsprodukt zu betrachten nicht anstehe. Bald nach diesem Zustande beginnt der Zellkern nach der Richtung der Verbindungslinie der beiden Zentrosomen sich zu strecken und wird daher ellipsoidisch, so daß die Kernmembran mit den letzteren fast in Berührung kommt (Figur 8). Diese Verlängerung des Zellkernes könnte möglicherweise passiv durch die Tätigkeit der Zentrosomen hervorgerufen werden, in Übereinstimmung mit den Beobachtungen Farmers über die Karyokinese in den keimenden Sporen von *Pellia epiphylla* etc. [3], da jedes Zentrosom an den entgegengesetzten Enden des Zellkernes darauf eine Zugwirkung („pulling strain“) ausübt, allein ich konnte das in Fig. 6 dargestellte Stadium auffinden, wobei der Zellkern sich gestreckt hat, schon zur Zeit, wo die beiden aus einem einzigen hervorgegangenen Zentrosomen noch an seinen entgegengesetzten Enden nicht angekommen waren, sondern ziemlich nahe beieinander liegen (vgl. unten); dies macht es wahrscheinlich, dass der Zellkern hier durch seine eigene Tätigkeit sich strecken kann, ohne daß er durch die Zentrosomen beeinflußt zu werden braucht. Durch diesen Vorgang nähert sich der Zellkernkörper den Zentrosomen, ja er kommt mit denselben fast in Berührung. Die Bedeutung dieses eigentümlichen Vorgangs ist meiner Ansicht nach nicht unverständlich, da der Zellkern durch diese Annäherung an die Zentrosomen vielleicht an dem Akt der Spindelbildung sich aktiv mitbeteiligt. Es ist eine bekannte Tatsache, dass bei der Cilienbildung der Spermatozoiden resp. Schwärmsporen der Zellkern mit dem Zentrosom oder

[1] l. c. p. 286, auch Taf. IV, Fig 9—10.
[2] Davis l. c. p. 150.
[3] Z. B. Farmer u. Reeves l. c. p. 221, auch Taf. XIV, Fig. 2 u. folg.

Blepharoplast in nähere Berührung kommt oder wenigstens sich nähert, an diesem Akt sich mitzubeteiligen; auch nach den klassischen Untersuchungen Harpers über die Askosporenbildung verschiedener Askomyzeten verbindet sich der Zellkern mit der Zentrosphäre, um die Grenzschicht der Sporen auszubilden[1]). So wird es nicht wundernehmen, daß bei den vorliegenden Fällen bei *Marchantia* man die Mitarbeit der Zellkerne an dem Vorgange der Spindelbildung durch die Zentrosomen wahrnimmt.

Bei den soeben beschriebenen Stadien sind die Zentrosomen stets leicht nachzuweisen. Dann folgt die Spindelbildung. Zunächst möchte ich dabei auf das in Fig. 9 dargestellte Stadium hinweisen. Dort sieht man nämlich, daß die Anlage der Spindelfasern schon entwickelt ist. Ich möchte mir den Übergang von dem in Fig. 9 dargestellten Stadium zu dem in Fig. 11 wie folgt vorstellen: zunächst verlängert sich der Zellkern, um, wie oben angezeigt, den Zentrosomen sich zu nähern; nun unter dem Einfluß der Mitarbeit beider beginnt die Anlage der Spindelfasern aus jedem Zentrosom sich auszustrahlen (Fig. 9), und da die Fasern in dieser Entwickelung allmählich einwärts wachsen, üben sie eine Druckwirkung auf den Kern aus, so dass der letztere sich allmählich abplatten wird (Fig. 10)[2]). Schließlich verschwindet die Kernmembran und wir haben dann das Aster-Stadium vor uns (Fig. 11). Die nur wenigen Spindelfasern sind ziemlich dick. Bei dem Aster sind die Centrosomen nur gelegentlich nachzuweisen und dann beobachtet man, dass sie stets die Spindelpole einnehmen (Fig. 11). Daß die bei den vorigen Stadien so leicht nachzuweisenden Zentrosomen jetzt nur gelegentlich zu sehen sind, beweist meiner Ansicht nach nicht (in Übereinstimmung mit den Meinungen verschiedener Autoren), daß sie nun verschwunden sind; die Tatsache lehrt uns vielmehr, daß während der Spindelbildung die Zentrosomen eine irgend welche physikalische oder chemische Veränderung erfahren haben, um dadurch ihre Färbkraft teilweise einzubüßen. Die gleichartige Erscheinung beschrieben auch Farmer, Reeves und Strasburger bei der Kernteilung der Sporen von *Pellia epiphylla*[3]) und *Fegatella conica*[4]). Bei jungen Antheridienzellen sind die Centrosomen auch beim Dyaster nur gelegentlich zu

---

[1]) Kernteilung und freie Zellbildung im Askus. Jahrb. f. wiss. Bot. XXX Bd., 1897; Sexual Reproduktion in *Pyronema confluens* an the Morphology of the Askokarp. Ann. of Bot. Vol. XIV, 1900.

[2]) Oder dürfte man wohl wie folgt denken: der Zellkern beginnt von selbst sich abzuplatten, worauf die aus jedem Zentrosom ausstrahlenden Fasern allmählich einwärts wachsen.

[3]) Farmer u. Reeves l. c. p. 222; Strasburger, Karyokinetische Probleme p. 115.

[4]) Farmer, On Spore-Formation and Nuclear Division in the Hepaticae p. 497.

sehen, und zwar ein oder zwei an jedem Pol (Fig. 14)[1]; es ist nicht unwahrscheinlich, daß ein einziges Zentrosom an jedem Pol im Laufe des Dyasters sich in zwei teilt, wenn ich es auch nicht sicherzustellen vermochte, ob diese Teilung eine allgemeine Regel darstellt oder nicht. Aus Analogie mit den bisher für verschiedene Zentrosomen angegebenen Angaben könnte man vielleicht zur Annahme geführt werden, daß zwei Zentrosomen beim Dispirem an jedem Spindelpol verharren, um bei der Karyokinese der Tochterkerne wieder tätig zu sein („Permanenz der Zentrosomen"). Dem ist aber sicherlich nicht so, wie man durch das Studium der folgenden Stadien sich überzeugen kann, da, wie unten ausführlich gezeigt, ich die Tatsache festgestellt zu haben glaube, daß die in Frage stehenden Zentrosomen am Ende jeder Kernteilung verschwinden und beim Beginn der nächsten wieder erscheinen.

Das nächste von mir beobachtete Stadium der Teilung wird in Fig. 16a dargestellt. Dort sieht man zwei Tochterkerne schon gebildet; die Reste der Spindelfasern bleiben noch sichtbar. Auch beobachtet man an dem Teile der Zelle, wo früher die Zellplatte sich befand, eine helle linienartige Zone, da die Mutterzelle sich längs dieser Linie gespalten und jede Tochterzelle ihre eigene Hautschicht ausgebildet hat. In Fig. 16b haben wir zwei soeben zur Ausbildung gelangte Tochterzellen, welche aus einer Mutterzelle hervorgegangen sind. Bei diesen Stadien vermissen wir die Zentrosomen.

Beim Dispirem-Stadium sind schon die Zentrosomen nicht mehr sichtbar. Bekanntlich ist die Wahrnehmung der Zentrosomen bisweilen mit einer so großen Schwierigkeit verknüpft, daß sie unsichtbar bleiben, sogar im Falle, wo sie sicher vorkommen müssen; z. B. bei jungen Antheridienzellen von *Marchantia*, wie oben angedeutet, sind sie beim Aster-Stadium nur gelegentlich sichtbar und doch kommen sie aller Wahrscheinlichkeit nach stets vor. Wenn daher, wie Strasburger schon richtig bemerkte[2], man auf diesem Gebiete mit der Beurteilung negativer Befunde sehr vorsichtig sein muß, so muß ich doch schließen, daß bei dem in Frage stehenden Stadium die Zentrosomen tatsächlich schon verschwunden sind, da ich sie bei vielen von mir beobachteten Fällen bei den sukzesiven Teilungen in den verschiedenen Zellgenerationen nicht ein einziges Mal zur Anschauung bringen konnte. Besonders haben die unten sogleich zu beschreibenden Beobachtungen des nukleären Ursprungs der Zentrosomen mich dahin geführt, dieses Schicksal der Zentrosomen als zweifellos anzusehen. Somit schließe ich, daß sie beim Dispirem-Stadium tatsächlich nicht mehr vorhanden sind.

Gehen wir nun zur Besprechung dieser Tatsache über. Im Beginn jeder Kernteilung nämlich, bevor noch zwei Zentrosomen

---

[1]) Fig. 14 stimmt mit Schottländers Fig. 10 überein (l. c. Taf. IV).

[2]) l. c. p. 175.

an den entgegengesetzten Enden des Zellkernes sichtbar werden, sieht man sehr oft und zwar bei verschiedenen Zellgenerationen, daß innerhalb der Kernmembran ein mehr oder weniger großes Körperchen neben dem Kerngerüst erscheint (Fig. 1). Es bewegt sich allmählich nach der Peripherie des Zellkernes hin und zugleich produziert die Kernmembran an der Seite der Auswanderung dieses Körperchens eine mehr oder minder schnabelartige Anschwellung (Fig. 2). Dann wandert es aus dem Kerne heraus, so daß er jetzt außerhalb desselben, aber ihm noch sehr nahe sitzend gefunden wird (Fig. 3). Die Tatsache der Auswanderung des Körperchens aus dem Kerne ist eine merkwürdige Erscheinung. Es fragt sich natürlich, wie dieses Durchdringen der ziemlich groben Körper durch die Kernmembran geschieht. Es scheint mir nicht unwahrscheinlich zu sein, dass die letztere temporär an der Stelle der schnabelartigen Anschwellung durchbrochen wird, um dieses Körperchen durch die Öffnung austreten zu lassen, und daß sie sofort sich wieder verschließt, was an die große Plastizität der letzteren erinnert. In der Tat glaube ich den Zustand beobachtet zu haben, wo die schnabelartige Anschwellung sich öffnete beim Andringen des Körperchens. Ich habe diese Phase nicht gezeichnet und trotz nachherigen eifrigen Suchens konnte ich sie in meinem Präparat nicht wieder auffinden, sodaß ich sie in der beigegebenen Tafel nicht aufnehmen kann [1]). Nachdem dieses Körperchen aus dem Kerne ausgewandert ist, teilt es sich in zwei (Fig. 4), welche sich von einander entfernen (Fig. 5), und dann kommen wir zum Stadium in Fig. 7. Somit wurde der nukleäre Ursprung der in Frage stehenden Zentrosomen sichergestellt, in Übereinstimmung mit vielen bisher untersuchten Centrosomen bei dem Tierreiche. Zum Beginn jeder Karyokinese bilden sich daher die Centrosomen aus dem Material innerhalb des Zellkernes und zum Ende derselben verschwinden sie; ob sie sich dabei einfach im Cytoplasma auflösen oder von den neu gebildeten Zellkernen aufgenommen werden, mag vorläufig dahingestellt bleiben, wenn auch die letztere Alternative mir weit wahrscheinlicher zu sein scheint. Auch die Tatsache, ob dieses ausgewanderte Körperchen den Nucleolus darstellt, bleibt noch zu untersuchen.

Bei den jungen Spermatidmutterzellen (= „Körperzelle") von *Cycas revoluta*, beobachtete ich kurz vor dem Erscheinen der Zentrosomen viele kleine kyanophile Körnchen innerhalb des Zellkernes, worauf ich die genetische Verwandtschaft dieser Gebilde und der Centrosomen als wahrscheinlich betrachtete [2]). Diese Erscheinung bei *Cycas* konnte ich nur selten beobachten,

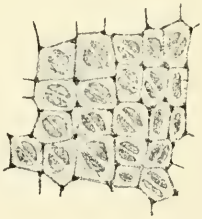
---

[1]) Da ich dieses nur einmal zur Anschauung bringen konnte, kann ich der Beobachtung dieser Phase keine große Bedeutung beilegen.

[2]) Ikeno, Untersuchungen über die Entwickelung der Geschlechtsorgane und den Vorgang der Befruchtung bei *Cycas revoluta*. Jahrb. f. wiss. Bot. XXXII Bd., 1898 p. 572 u. Taf. VIII, Fig. 16—17.

aber aus Analogie mit dem soeben erwähnten Falle von *Marchantia* wurde die Wahrscheinlichkeit meiner Hypothese nur erhöht.

Nach einer Serie der oben beschriebenen sukzesiven regelmäßigen Teilungen in den Antheridien zerfällt bekanntlich ihr Inhalt in eine große Anzahl von kleinen tesseralen oder fast tesseralen Zellen, deren jede zur Zeit als die Mutterzelle eines Spermatozoids betrachtet wird, und dies nicht nur bei *Marchantia*, sondern auch bei den Lebermoosen im allgemeinen. So gibt z. B. Kny an, „Dasselbe (d. h. das Antheridium) besteht kurz vor der Reife aus einem ovalen oder birnförmigen Agglomeraten von tesseralen Zellen . . . Jede dieser tesseralen Zellen wird zur Mutterzelle eines Spermatozoids"[1]). Betreffend *Marchantia polymorpha* sagt Strasburger, „Die Spezialmutterzellen der Spermatozoiden sind durch fortgesetzte, sich rechtwinklig schneidende Teilungsschnitte angelegt worden . . . ."[2]). Nun nach meinen vorliegenden Untersuchungen erfährt jede dieser Zellen noch einmal eine diagonale Teilung, ohne daß eine Scheidewand zwischen beiden Tochterzellen gebildet wird, um dadurch ein Paar Spermatiden resp. Spermatozoiden zu erzeugen. Kurz, die tesserale Zelle, welche man bisher für eine Spermatide (= Spermatozoidmutterzelle) gehalten hat, ist nicht als solche, sondern als eine Mutterzelle der Spermatiden zu betrachten[3]).



Teilung der Spermatidmutterzellen, Spermatiden schattiert. Vergr. 750.

Gehen wir nun zur Beschreibung dieser „diagonalen" Teilung über. Bei den bisher hervorgehobenen Teilungen in den jungen Antheridien sind die Scheidewände stets rechtwinkelig angelegt, und dementsprechend steht die Längsachse der Spindel zu derjenigen der Mutterzelle entweder parallel oder perpendikulär oder nahezu so. Bei der in Frage stehenden „diagonalen" Teilung verhält es sich aber anders: die Spindelachse nämlich ist stets diagonal, d. h. schief gelagert (Figur 17—18), sodaß die Mutterzelle in je zwei Tochterzellen geteilt wird, von denen die schiefe Fläche der einen der Fläche der anderen parallel ist (Fig. 20, 21, 22, 23, auch vergl. die beistehende Textfigur). Keine Scheidewand wird zwischen beiden

---

[1]) Über Bau und Entwickelung der *Riccien*. Jahrb. f. wiss. Bot. V. Bd., p. 376.

[2]) Botanisches Praktikum 4. Aufl., 1902 p. 482.

[3]) Für die Ausdrücke „Spermatide" usw. vgl. Shaw, Über die Blepharoplasten bei *Onoclea* und *Marsilia*, Ber. der Deutsch. Bot. Ges. Bd. XVI, 1898.

Tochterzellen gebildet[1]). Jede dieser letzteren entwickelt sich, wie es weiter unten gezeigt wird, zu einem Spermatozoid. Somit wird hier innerhalb einer tesseralen Zelle nicht je ein, wie bisher angenommen wurde, sondern je ein Paar Spermatiden resp. Spermatozoiden gebildet. Die ganze Erscheinung erinnert daher an das, was bei *Ginkgo*[2]) resp. den *Cycadeen*[3]) geschieht, wo auch innerhalb einer Spermatidmutterzelle („Körperzelle" von Hirasé und dem Verfasser, „Central cell" von Webber) ein Paar Spermatozoiden sich entwickeln. Diese Teilung der tesseralen Zellen ist, wie einige oben angeführte Zitate erkennen lassen, bislang von den Botanikern vermißt worden, nur bei *Pellia* wurde diese Teilung durch einige Forscher beobachtet (Goebel[4]) Campbell[5]). Ferner ist es eine bekannte Tatsache, daß bei den *Bryophyten* je zwei durch die letzte Teilung erzeugte Spermatozoidenmutterzellen sogar nach dem Herausdrücken, auch bei vorgerückten Stadien, zusammenhaften, was darauf zurückzuführen ist, daß diese zwei Zellen innerhalb einer gemeinsamen Mutterzelle (d. h. Spermatidmutterzelle) ihren Ursprung nehmen. Wegen der Verbreitung dieser eigentümlichen Tatsache des Zusammenhängens von zwei Spermatozoidenmutterzellen unter den *Bryophyten* scheint mir es fast zweifellos zu sein, daß die Entwickelung der zwei Spermatiden innerhalb einer gemeinsamen Mutterzelle eine allgemeine Regel bei allen *Bryophyten* — sowohl Leber- als auch Laubmoosen — darstellt, was ich durch spätere Studien festzustellen hoffe.

Der Modus der Kernteilung bei diesem Vorgang stimmt im ganzen mit demselben bei jungen Antheridien überein (vgl. Fig. 17, wo wir dabei einige Stadien dargestellt haben), während das Verhalten der Zentrosomen im letzten Stadium der Kernteilung davon abweicht. Nur ist hier zu bemerken, daß während bei den letzteren, wie schon gesagt, die Zentrosomen beim Aster- resp. Dyaster-Stadium nur gelegentlich sichtbar sind, hier aber stets deutlich wahrzunehmen sind. In der Tat habe ich zwei schöne Präparate erhalten, in denen sich zahlreiche Schnitte,

---

[1]) Wenn man das Präparat durch Eisenhämatoxylin tingiert, so bleiben die Zellmembranen im allgemeinen ungefärbt, aber wenn man es mit Eisenhämatoxylin nur kurz behandelt, kann man die Zellmembranen deutlich erkennen; übrigens brachte ich Congorot, Bismarckbraun und mit besten Erfolgen Fuchsin in Anwendung, um die Zellwände hervortreten zu lassen.

[2]) Hirasé, Études sur la fécondation et l'embryogénie du *Ginkgo biloba*. (Second Mémoire). Journ. of the Coll. of Sciences, Tokyo, Vol. XII, pt. 2, 1898, Pl. VII. Fig. 20. — Vgl. auch Miyaké, The Spermatozoid of *Ginkgo*, Journ. of Applied Microscopy, Vol. V, No. 5, p. 1777.

[3]) Ikeno, l. c., Taf. IX, Fig. 26—27*a*. — Webber, Spermatogenesis and Fecundation of *Zamia*. U. S. Dep. of Agric. Bureau of Plant Industry. Bull. No. 2, 1901, p. 48.

[4]) „Sie (d. h. die Spermatozoiden) bilden sich in Einzahl in jeder Mutterzelle (d. h. tesserale Zelle), und zwar, ... bei *Pellia* (wo sich die Mutterzelle kurz vorher in zwei Tochterzellen teilt, deren jede ein Spermatozoid bildet) . . . . „Die *Muscineen*. Schenks Handb. der Bot. Bd. II. 1882, p. 342.

[5]) l. c. p. 124.

je mit vielen hundert Teilungsfiguren im Aster, befinden; bei diesen kann man an jedem Spindelpol ohne Ausnahme je ein Zentrosom wahrnehmen (Fig. 17, zwei untere Zellen). Man findet auch in diesen Präparaten die Teilungsfiguren im Dyaster, freilich nicht so viel als im Aster, aber nicht wenige, und auch bei diesen nimmt man stets an jedem Pol je ein Zentrosom wahr (Fig. 18)[1].

Bei der Kernteilung in jungen Antheridien haben wir gesehen, daß bei den letzten Stadien die Zentrosomen verschwinden. Nun bei der in Frage stehenden Kernteilung der Spermatidmutterzellen verschwinden die Zentrosomen nicht, ja sie bleiben sogar unverändert bis zur Zeit, wo sie die blepharoplastische Funktion übernehmen. Im Dispirem sieht man nämlich je ein Zentrosom an der Außenseite der neugebildeten Zellkerne (Figur 19), während sie bei jungen Antheridien in diesen Stadien nicht mehr zu sehen sind.

Nachdem die Zellteilung schon beendet ist, zieht sich der Inhalt der Zelle zusammen und trennt sich von der Zellmembran los[2]. Zuerst behält dieser Inhalt, entsprechend der einschließenden Zellmembran, seinen eckigen Umriss bei (Fig. 20—26), aber bald nachher rundet er sich ab (Fig. 29, 30). Zur Zeit, wo diese Zellteilung soeben vollendet ist, behält das Zentrosom seine ursprüngliche Lage neben dem Zellkerne bei (Fig. 20), aber bald beginnt es sich zu bewegen (Fig. 21), um nach einem Ende dieser noch eckigen Zelle zu gelangen (Fig. 22, 23, 24). Beide Zentrosomen in zwei Spermatiden innerhalb einer Mutterzelle nehmen im allgemeinen die Zellecke an der gleichen Seite (Fig. 22, 24), aber bisweilen auch an entgegengesetzten Seiten ein (Fig. 23).

Mit diesem Stadium beginnen die oben zitierten Untersuchungen von Guignard und Strasburger über die Spermatogenese der Lebermoose. Unten will ich die wichtigsten Punkte der Strasburgerschen Arbeit in seinen eigenen Worten geben. „Tatsächlich bildet sich bei *Pellia calycina* zunächst ein starker, das Licht brechender Cytoplasmahöcker . . . . an dem einen Außenrande des Zellkerns. Aus ihm wachsen sofort, ganz wie bei *Chara*, die beiden Cilien hervor, in gleicher Richtung nach rückwärts. Während alsdann bei *Chara* der cilientragende Höcker zu einem Bande sich verlängert, bleibt er bei *Pellia* kurz“[3]. . . . „Ein hinterer Abschnitt aus Cytoplasma wird an dem Zellkern nicht angelegt, daher hat die Anlage überhaupt nicht jenes

[1]) Ich habe hier niemals beim Dyaster zwei Zentrosomen an jedem Spindelpol beobachtet, wie es oft bei jungen Antheridien der Fall ist.

[2]) Die Zusammenziehung des Zellinhaltes bei den Antheridienzellen der *Bryophyten* im älteren Zustande ist allgemein bekannt (vgl. Guignard, Développement et Constitution des Anthérozoïdes, Pl. II). Die gleichartige Erscheinung findet auch bei *Chara* statt, wo es Belajeff sie an lebenden Objekten zu beobachten gelungen ist (l. c. p. 33, Taf. I, Fig. 14). Die Zusammenziehung des Zellinhaltes bei jungen Antheridien betrachte ich durch die Präparation entstanden.

[3]) l. c. p. 128—129.

für *Characeen* charakteristische Stadium aufzuweisen, in welchem der Zellkern in seiner Gestalt noch kaum verändert, mit zwei bandförmigen Fortsätzen versehen erscheint"[1]) . . . . „Da diese beiden cytoplasmatischen Abschnitte bei *Muscineen* nicht entwickelt werden, oder doch nur der vordere in geringer Länge zur Ausbildung gelangt, so scheint die Streckung des Zellkernes die Gesamtentwickelung des Spermatozoidenkörpers auszumachen . . . ."[2]).

Meine Beobachtungen über *Marchantia polymorpha* bestätigen im allgemeinen die oben zitierten Angaben von Strasburger, doch konnte ich noch einige von ihm nicht beschriebene Tatsachen beobachten.

Bald nachdem das Zentrosom, welches dem „Cytoplasmahöcker" Strasburgers entspricht, nach der Zellecke gerückt ist (Fig. 24, 25, 26), verlängert es sich etwas und legt seinen ganzen Körper in innigen Kontakt mit der innern Kontur der Spermatidzelle, sodaß es den Anschein bietet, als ob es eine Verdickung der Hautschicht dieser Zelle darstellen würde. Aus diesem verlängerten Zentrosom wachsen sofort und zwar, während die Zellen noch ihren eckigen Umriß teilweise beibehalten, zwei Cilien in gleicher Richtung hervor (Fig. 27, 28, 29, 30).

Bevor ich weiter gehe, möchte ich hier eine eigentümliche Tatsache erwähnen, welche weder von Strasburger noch von Guignard hervorgehoben wurde; ob diese Tatsache von ihnen übersehen ist oder überhaupt bei den von ihnen ausführlich studierten Arten nicht stattfindet, bleibt noch zu untersuchen. Kurz nachdem durch die diagonale Teilung zwei Spermatiden gebildet sind, erscheint nämlich in jeder der letzteren ein ziemlich grober sphärischer Körper (Fig. 25—30). Seine Lage in der Zelle ist nicht ganz bestimmt: er kann nämlich zwischen dem Centrosom und Zellkerne (Fig. 25, 27, 30), an der Seite des letzteren (Fig. 29), oder zwischen dem letzteren und dem Zellrande (Fig. 26, 28) sich befinden. Er färbt sich im gleichen Farbenton wie das Zentrosom, aber ist davon leicht zu unterscheiden, sowohl wegen seiner ziemlich beträchtlichen Größe als auch wegen seiner Lage in der Zelle, da er niemals die Zellecke einnimmt, wie es jetzt bei den Zentrosomen der Fall ist (vgl. besonders Fig. 25, 26, *c*, Zentrosom; *n*, Nebenkörper). Er bleibt noch bestehen, wenn die letztere sich gestreckt hat und die beiden Cilien aus ihm hervorgewachsen sind (Fig. 27—30); er verschwindet aber bald nachher. Das große Körnchen, welches Schottländer in seiner Figur 11 gezeichnet hat[3]), entspricht offenbar diesem sphärischen Körper, während „die in einer Reihe angeordneten kleinen Körnchen"[4]) höchst wahrscheinlich das durch schlechte Fixierung etwas umgeformte verlängerte Zentro-

[1]) l. c. p. 129.
[2]) l. c. p. 129.
[3]) l. c. Taf. IV.
[4]) l. c. p. 286.

som darstellen dürfte; was die „zwei rote Körperchen, welche neben dem Zellkerne der Spermatiden angelagert sind“ [1]) betrifft, konnte ich etwas Entsprechendes noch nicht auffinden. Bezüglich der Frage, woher dieser Körper stammt, und welche physiologische Bedeutung ihm zukommt, bin ich noch im unklaren. Es wäre vielleicht nicht ausgeschlossen, daß er aus dem Zellkerne stammt, aber dieses ist vorläufig nicht sicher gestellt.

Oben habe ich gezeigt, daß die bisher allgemein als die Mutterzelle eines Spermatozoids angenommene tesserale Zelle nicht als solche, sondern als die Mutterzelle der Spermatiden zu betrachten ist, da je ein Paar Spermatiden resp. Spermatozoiden daraus entwickelt wird. Nun bemerkt man gelegentlich eine sehr merkwürdige Erscheinung, daß nämlich die durch die Teilung des Inhalts dieser tesseralen Zelle gebildete Tochterzellen noch einmal eine Teilung erfahren. Sie werden dabei nicht selten rundlich und erfahren eine ziemlich beträchtliche Größenzunahme (Figur 34). Zunächst nimmt man die Teilung des oben beschriebenen sphärischen Körpers wahr, welche Stücke sich dann voneinander entfernen (Fig. 35); diese zwei Körper liegen nachher nicht selten an den entgegengesetzten Seiten des Zellkernes, aber gewöhnlich lagern sie sich sehr nahe einander. Dann folgt die Teilung des gestreckten Zentrosoms in zwei, welche sich auch bald voneinander entfernen können (Fig. 36). Beim nächsten Stadium sieht man in jeder Zelle zwei Zellkerne, mit je zwei Centrosomen und sphärischen Körpern (Fig. 37). Es ist kaum zu bezweifeln, daß diese zwei Kerne durch die Teilung aus einem entstanden sind. Da trotz des eifrigen Suchens ich das Teilungsstadium der Zellkerne nicht auffinden konnte, so kann ich selbstverständlich über das Verhalten der gestreckten Zentrosomen bei dieser Zellteilung nicht angeben, ob sie sich an diesem Vorgange beteiligen wie zuvor oder nicht. Bald beginnt diese zweikernige Zelle sich durchzuschnüren (Fig. 38), um dadurch zwei Tochterzellen zu bilden. Daß je zwei Spermatozoiden aus jeder der letzteren sich entwickeln, ist kaum zu bezweifeln. Bezüglich der Frage, ob jede der aus dem Inhalt einer tesseralen Zelle gebildeten Tochterzellen die soeben beschriebene von der typischen abweichende Entwickelung erfahren kann oder nicht, möchte ich meine Beobachtungen wie folgt zusammenfassen. Wie oben angedeutet, erfährt in diesen Fällen eine Tochterzelle eine ziemlich beträchtliche Volumenzunahme und nimmt das ganze Zellumen einer tesseralen Zelle ein, sodaß in vielen Fällen man dort nur diese vergrößerte Zelle, aber keine andere sehen kann (Fig. 37). In seltenen Fällen nimmt man außer dieser Zelle noch eine weit kleinere wahr, welche bald in ihrem Wachstum gehemmt zu sein scheint. In Anbetracht dieser Beobachtungen bin ich fest überzeugt, daß bei den in Frage stehenden Fällen eine von den beiden Tochterzellen innerhalb einer tesseralen Zelle eine Des-

---

[1]) l. c. p. 286.

organisation erfährt, um sich als Nährmaterial für die andere zu opfern, welche, wie oben schon beschrieben, nun beträchtlich auswächst und zwei Spermatozoiden erzeugt. Somit wird auch hier ein Paar Spermatozoiden gebildet, wie in den normalen Fällen. Ob eine Einwirkung von außen oder irgend eine innere Ursache diese Abweichung des Vorganges der Spermatozoidenbildung verursacht, konnte ich bei der vorliegenden Arbeit nicht ermitteln.

Es fragt sich nun, finden wir nicht bei den tierischen Spermatiden etwas den oben erwähnten sphärischen Körpern Entsprechendes? Das Analogon der letzteren denke ich in den „chromatoiden Nebenkörpern" der tierischen Zellen zu haben. Der „chromatoide Nebenkörper" ist nach Meves[1]) ein intensiv färbbares Gebilde, welches neben dem Idiozom (Sphäre) und seinen Abkömmlingen und den Zentralkörpern in den Spermatiden (bisweilen auch in den Spermatocyten) verschiedener Tiere vorhanden ist. Wie bei dem sphärischen Körper bei *Marchantia*, verschwindet er, ohne direkt an der Spermatozoidenbildung sich zu beteiligen; ebensowenig ist seine Herkunft bekannt. Ich halte hier vorläufig diese beiden Gebilde für homolog und will daher unten das Körperchen bei *Marchantia* den „chromatoiden Nebenkörper" nennen.

Bei den Primärspermatocyten und deren Mutterzellen von *Marsilia* fand Shaw kleine Körper, sog. „Blepharoplastoiden"[2]). Während des Ruhezustandes der Primärspermatocyten teilt sich jeder der letzteren in zwei, welche in der Nähe des Zellkernes zusammenbleiben, bei der Teilung dieses letzteren sich aber von demselben entfernen und schließlich verschwinden. Shaw konnte keine Bedeutung dieser Körperchen entdecken, aber nach seiner Ausdruckweise[3]) und Benennung dieser Körperchen scheint es mir, daß er sie mit den Blepharoplasten in irgend welche verwandtschaftliche Beziehung zu stellen geneigt ist; vielleicht betrachtet er die ersteren als die Vorläufer der letzteren. Es scheint mir aber sehr wahrscheinlich zu sein, daß diese zwei Gebilde morphologisch als ganz verschieden zu betrachten sind, und daß der eine nicht der Vorläufer des anderen ist. Die Blepharoplasten nehmen, nach Shaw, bei der Teilung eine bestimmte Lage an den Spindelpolen ein (vgl. z. B. Shaw, Fig. 12 u. 14, Taf. XI, auch Belajeff, Taf. XV, Fig. 8, 9, 10, 11, 12

---

[1]) Über Struktur und Histogenese der Samenfäden des Meerschweinchens. Arch. f. mikr. Anatom. Bd. 54, 1899, p. 393. Dort die Literatur.

[2]) l. c.

[3]) „Welche Bedeutung dem Auftreten und dem Verschwinden der Blepharoplastoiden in den Primärspermatocyten zukommt, läßt sich augenblicklich nicht genügend erklären, und sei hier nur darauf hingewiesen, daß auch Moore in den Sekundärspermatocyten einiger Tiere das Auftreten und Wiederverschwinden von Achsenfäden vor der Teilung der Sekundärspermatocyten beobachtet hat. Bei den Tieren aber läßt sich das erklären, denn die Zentralkörper, aus welchen die Achsenfäden hervorwachsen, dienen auch als Zentren der Spindelbildung, was bei den pflanzlichen Blepharoplastoiden nicht der Fall ist." (l. c. p. 182).

usw.[1]) und entsprechen daher den Zentrosomen bei *Marchantia*, während die Blepharoplastoiden in ihrer Lage ganz unbestimmt sind (vgl. Shaws Fig. 3 und 4). Daß diese zwei Körper von ganz verschiedener Natur sind, kann man auch aus Shaws Fig. 5 ersehen, wo man je einen Blepharoplast (d. h. Zentrosom) an jedem Spindelpol und zugleich ein Blepharoplastoid in derselben Zelle von dem letzteren entfernt sieht. In Anbetracht meiner Befunde bei *Marchantia* kann ich nicht umhin, diese sog. „Blepharoplastoiden" mit den chromatoiden Nebenkörpern homolog zu halten, sodaß ich die „Blepharoplastoiden" und die „Blepharoplasten" als zwei morphologisch ganz verschiedene Gebilde betrachte[2]). Auch fand Hirasé bei den Spermatidmutterzellen resp. Spermatiden von *Ginkgo biloba* sein sog. „corps sphérique", welcher anscheinend keinen direkten Anteil an der Spermatozoidenbildung nimmt und sogar an dem gereiften Spermatozoidenkörper unverändert bleibt[3]); über die Herkunft und Bedeutung dieses „corps sphérique" weiß man auch noch nichts. Dieser „corps sphérique" ist vielleicht auch mit dem chromatoiden Nebenkörper verwandt. Die Meinung Alfred Fischers, daß sowohl die Blepharoplastoiden als auch die chromatoiden Nebenkörper der tierischen Zellen nichts anderes als die ausgestoßenen Nukleolen sind[4]), ist nicht ausgeschlossen, aber es wird weiterer Studien bedürfen, um eine sichere Basis zu erreichen[5]).

Den weiteren Vorgang der Spermatogenese will ich hier mit Hülfe einiger Figuren nur kurz schildern, da er von Strasburger ausführlich beschrieben wurde und man auch bei Guignard zahlreiche instruktive Figuren findet. Bald nachdem die Cilien sich zu entwickeln begonnen haben, rundet sich die Spermatide ab (Fig. 29—30), der chromatoide Nebenkörper verschwindet, der cytoplasmatische Fortsatz beginnt sich auszubilden und wächst nach der Richtung des vorderen Endes des jetzt sich bildenden Spermatozoids hin, um schließlich das Zentrosom zu erreichen, sodaß dieser Fortsatz den letzteren mit dem Zellkern verbindet (Fig. 31). Wenn man das Präparat durch Eisenhämatoxylin Heidenhains tingiert, so färbt sich der Fortsatz rotviolett und ist daher von dem Zellkerne leicht unterscheidbar, welcher durch die gleiche Behandlungsweise sich sehr intensiv dunkel blauviolett färbt (Fig. 31—33). Auch bleibt während dessen der Zellkern keineswegs unverändert. Zunächst

---

1) Über die Zentrosome in den spermatogenen Zellen. Ber. der Deut. Bot. Ges. Bd. XVII, 1899 p. 199.

2) Meine Fig. 35 erinnert z. B. etwas an Shaws Fig. 2, wo ein Blepharoplastoid sich soeben in zwei geteilt hat.

3) l. c.

4) Fixierung, Färbung und Bau des Protoplasmas. Jena 1899, p. 247.

5) Wenn auch die Herkunft der Nebenkörper und Blepharoplastoiden aus den ausgestoßenen Nukleolen sichergestellt werden, bin ich selbstverständlich der Meinung, daß die Nukleolen einfach als Material für die Bildung dieser Körperchen dienen, in Übereinstimmung mit Strasburger. (Über Reduktionsteilung, Spindelbildung, Zentrosomen und Cilienbildner im Pflanzenreich. Histol. Beitr. Heft VI, 1900, p. 201).

wird sein Chromatingerüst sehr dicht und homogen (Fig. 31), er beginnt dann nach der umgekehrten Richtung sich zu verlängern, wie der cytoplasmatische Fortsatz und wird dadurch schmal und bogenförmig (Fig. 32). Dann beginnt dieser Fortsatz von dem anderen Teile der Zelle allmählich sich loszutrennen (Fig. 33) und schließlich haben wir das fertige Spermatozoid vor uns (Fig. 39). Wenn man die Spermatozoiden kurz vor ihrem Hervorbrechen beobachtet, so kann man dabei nicht selten klar erkennen, daß zwei derselben, noch gerollt, sich in einer Zelle eingeschlossen befinden, und zwar sehr nahe nebeneinander, was darauf zurückzuführen ist, daß, wie oben angezeigt, zwei Spermatiden aus einer und derselben Mutterzelle sich entwickeln. Wie bekannt, kann man durch die richtige Anwendung des Jodgrün-Fuchsingemisches die Zusammensetzung des Spermatozoidenkörpers aus Zellkern und Cytoplasma erkennen). Dieses ist auch bei den Spermatozoiden von *Marchantia polymorpha* der Fall, wie es schon bereits Strasburger bemerkt hatte[1]) (Fig. 39). Es ist ferner kaum daran zu zweifeln, daß der aus dem Zellkerne gebildete Teil des Spermatozoids von einer sehr zarten Plasmahülle bedeckt wird, wie es bei dem von *Chara* der Fall ist, aber dort ist das ganze Bild so winzig, daß wir sie nicht durch unsere Methode nachzuweisen vermögen. Wenn man nun Fig. 31 und 32 miteinander vergleicht, so wird man nicht verfehlen können, zu bemerken, daß das Zentrosom allmählich an Größe abnimmt, sodaß es bei den gereiften Spermatozoiden nicht mehr zu sehen ist (Fig. 39). Dies ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß die Substanz des Zentrosoms teilweise für die Cilienbildung ausgenutzt wird. Aus Analogie mit den bisher untersuchten Fällen ist es kaum zu bezweifeln, daß sogar bei den gereiften Spermatozoiden wenigstens ein Teil seiner Substanz verbleibt, um als Insertionspunkt für die Cilien zu dienen, aber die Bilder sind hier so klein, daß unsere Methode nicht ausreichen wird, um das zur Anschauung zu bringen. Da das Zentrosom sogar bei dem ersten Stadium der Spermatiden ziemlich klein ist, während die Cilien ziemlich dick und äußerst lang sind, so wird höchst wahrscheinlich die Substanz der Zentrosomen allein nicht ausreichen, um die Cilien zu bilden. Vielleicht beteiligt sich dabei auch die die Zentrosomen bedeckende zarte Plasmahülle, welche, wie schon angedeutet, hier kaum nachzuweisen, aber jedenfalls vorhanden ist. So wäre denn auch die von Zacharias angegebene Möglichkeit nicht völlig ausgeschlossen, daß „die Plasmahülle Ausstülpungen bildet, in welche der Blepharoplast gleichzeitig Auswüchse hineinsendet, sodaß also die Cilien in ihrem zentralen Teil von Blepharoplasten, in ihrem peripheren von Zellplasma gebildet würden“[2]). Auch wenn man Fig. 33 und 39 miteinander vergleicht, so wird man bemerken, daß während bei der ersteren die Cilien an der Spitze

[1]) l. c. p. 125.

[2]) Ergebnisse der neueren Untersuchungen über die Spermatozoiden. Bot. Zeit. 57. Jahrg., 1899, Abt. II, No. 1, p. 5.

des Spermatozoidenkörpers sich befinden, sie bei der letzteren etwas hinter der Spitze inseriert sind. Dies ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß während des Überganges des Stadiums in Fig. 33 zu dem in Fig. 39 der zarte cytoplasmatische Belag an der Spitze des Spermatozoidenkörpers in Fig. 33, welcher hier kaum nachzuweisen ist, aber, wie oben angedeutet, jedenfalls vorhanden sein muß, etwas auswächst.

— —

In Anschluß an die oben stehenden Beobachtungen möchte ich noch meine Ansicht, betreffend die Natur der cilienbildenden Körper, der sog. „Blepharoplasten" Webbers, anführen.

Nachdem meine Abhandlung über *Cycas revoluta*[1]) veröffentlicht worden ist, erschienen bisher zwei größere Arbeiten, in denen die Ansicht der Homologie der Blepharoplasten mit den Zentrosomen zu widerlegen gesucht wurde[2]), währenddessen es auch an Veröffentlichungen nicht gefehlt hatte, welche für die in Frage stehende Ansicht eintraten[3]).

Strasburger hält die cilientragenden Organe der Schwärmsporen und Gameten einerseits und die Blepharoplasten andererseits für homolog und, da nach ihm die ersteren eine Verdickung der Hautschicht darstellen, verneint er die zentrosomatische Natur der letzteren, leitet sie von der verdickten Hautschicht ab und betrachtet sie demgemäß als Organe sui generis[4]). Nun bin ich vor allem noch in Zweifel, ob diese Annahme Strasburgers durch seine Erörterung über allen Zweifel erhoben worden ist. Übrigens fand neuerdings Timberlake bei den Schwärmsporen von *Hydrodictyon*, daß die Cilien an den von der Hautschicht völlig getrennten Körperchen („basal body") inseriert sind[5]), weshalb er die Vermutung ausspricht, daß sogar bei den von Strasburger studierten Schwärmsporen etc. in den jungen Stadien die von ihm als die Verdickung der Hautschicht gedeuteten Organe die von der letzteren getrennten

[1]) l. c.

[2]) Strasburger, Über Reduktionsteilung, Spindelbildung, Zentrosomen und Cilienbildner im Pflanzenreich. (Histol. Beitr. Heft VI, 1900. Webber, Spermatogenesis and fecundation in *Zamia*.) (U. S. Dep. of Agric. Bureau of Plant Industry. Bull. No. 2. 1901.)

[3]) Belajeff, Über die Zentrosome in den spermatogenen Zellen. (Ber. der Deutsch. Bot. Ges. Bd. XVII. 1899. p. 199.) — Meves u. Korff, Zur Kenntnis der Zellteilung bei Myriapoden. Arch. f. mikr. Anatom. Bd. LVII. 1901. p. 481. (Vgl. auch mein Referat in Bot. Centralbl. Bd. LXXXVIII. 1901. p. 133).

[4]) l. c. p. 201.

[5]) Development and structure of the swarmspores of *Hydrodictyon*. (S.-A. aus „The Transactions of the Wisconsin Acad. of Sciences, Arts, and Letters". Vol. XIII. 1902. p. 486.)

Körperchen darstellen könnten[1]). Meine vorliegenden Untersuchungen haben nun die Tatsache ans Licht gebracht, daß tatsächlich dabei die zuerst von der Hautschicht ganz unabhängig entwickelten Körperchen (Zentrosomen) sich strecken und mit ihrem ganzen Körper an derselben liegen, und dadurch den Anschein erwecken, als ob sie eine Verdickung der Hautschicht darstellten. Diese Befunde an *Marchantia polymorpha* machen die oben angedeutete Hypothese Timberlakes nicht unwahrscheinlich, wenn auch selbstverständlich die Verdickung der Hautschicht, wie von Strasburger geschildert, nicht ausgeschlossen ist; doch werden die Untersuchungen Strasburgers vielleicht einer Fortsetzung bedürfen.

Betrachten wir nun diese Körperchen bei *Marchantia*, welche wir bei den vorliegenden Untersuchungen für Zentrosomen gehalten haben, und vergleichen wir vor allem diese mit den bisher von den Botanikern studierten „typischen Zentrosomen". Webber führte als Beispiele dazu dieselben bei *Stypocaulon* (Swinglel)[2]), *Fucus* (Farmer und Williams)[3]), und *Dictyota* (Mottier)[4]) an. Wir wollen die wichtigsten Eigenschaften dieser typischen Zentrosomen aus Webbers Abhandlung wörtlich zitieren. Die Zentrosomen von *Stypocaulon* „are always surrounded by rays of kinoplasm . . . In spindle-formation the centrosome appears to be of prime importance, a bundle of fibers starting from each centrosome and gradually extending into the nucleus until the spindle is completely formed . . ."[5]). Die Zentrosphären von *Fucus* „are apparently originated de novo at each period of nuclear division. The relation of the centropheros to spindle-formation was not traced out in detail, buts its connection with the mature spindle and later stages of division is unmistakable . . ."[6]). Die Zentrosomen von *Dictyota* „are small, deeply staining bodies, located in the center of a large aster and are apparently permanent organs of the cell . . . The centrosomes here also are intimately connected with spindle formation . . . the fiber growing into the nucleus from each centrosome in forming the spindle . . ."[7]). Die „Zentrosomen" bei den Antheridienzellen von *Marchantia* stimmen daher wesentlich mit den bisher studierten „typischen Zentrosomen" überein. Sie werden nämlich bei jeder neuen Zellgeneration neu erzeugt, wie bei *Fucus*; bezüglich der Spindelbildung ähneln sie *Stypocaulon* resp. *Dictyota*, da bei der Teilung

[1]) l. c. p. 509.

[2]) Zur Kenntnis der Kern- und Zellteilung bei den *Sphacelariaceen*. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXX. 1897.)

[3]) Contributions to our knowledge of the *Fucaceae*: Their life-history and cytology. (Philos. Trans. Series B. Vol. 190. p. 623.)

[4]) Nuclear and cell division in *Dictyota dichotoma*. (Ann. of Bot. Vol. XIV. p. 163.)

[5]) l. c. p. 73.

[6]) l. c. p. 73.

[7]) l. c. p. 74.

ein Bündel von Fasern aus jedem dieser Zentrosomen sich entwickelt und nach dem sich allmählich abplattenden Zellkerne hinwächst (vgl. Fig. 9—10), bis zur Zeit, wo die Kernmembran verschwindet und die Spindel völlig zur Ausbildung kommt. Sie entbehren jedoch der radialen Strahlen, und dadurch stehen sie im merklichen Gegensatz zu den bisher bekannten Zentrosomen, allein es scheint mir kaum berechtigt zu sein, auf Grund der letzteren Tatsache allein die zentrosomatische Natur der mit den typischen Zentrosomen sonst völlig übereinstimmende Organe in Abrede zu stellen.

Belajeff fand bei den Kernteilungen in den Antheridien von *Marsilia*, daß die nachher als Cilienbildner fungierenden Körperchen an der Spindelbildung sich beteiligen, weshalb er auf ihre Homologie mit den Zentrosomen hinweist[1]. Webber suchte die Annahme Belajeffs zu widerlegen, wie folgt: „... he (Belajeff) describes it (Blepharoplast) as occurring at the pole of the spindle, thus fulfilling the requirement of position for a centrosome. Figures are given illustrating numerous spindle-fibres extending from the nucleus to the blepharoplast, in the early stage of spindle-formation, before the nuclear membrane has disappeared. It must be admitted that if these figures are directly translated in the light of previous knowledge of the centrosome question we can hardly escape the conclusion that the bodies must serve the purpose of a genuine centrosome in spindle-formation, no matter what their later function may be. It seems surprising, however, that no radiations extend out from the blepharoplast into the cytoplasm on other sides than towards the nucleus when the spindle-fibers would appear from the figures to be so plainly visible. The centrosome usually forms the center of an aster, the rays of which extend out in all directions. Yed judging from Belajeffs figures there is no indications of such radiations in *Marsilia*. It would seem possible that in *Marsilia* the blepharoplast may be independent of the spindle, though occupying a position near the meeting point of the converging spindle fibers . . ."[2]. Webber verwirft demnach lediglich deshalb, weil man beim Blepharoplast die Strahlen nur nach der Richtung des Zellkernes, nicht aber nach der entgegengesetzten wahrnehmen kann, gänzlich alle von Belajeff beschriebenen wichtigen Beobachtungen, welche auf die Beziehungen der Körperchen zu der Spindelbildung Bezug haben, und schließt, daß bei *Marsilia* der Blepharoplast von der Spindel abhängig sein kann, auch wenn er an dem Vereinigungspunkt der Spindelfasern sich befindet. Um seine Annahme zu bekräftigen, führt er Strasburgers Ansicht an, wonach „the blepharoplast is active kinoplasm, and that its collection at the pole of the spindle in spermatogenous cells of *Marsilia* does not signifi particularly as

---

[1] l. c.
[2] l. c. p. 78.

to its relation to the spindle threads"[1]). Bei Strasburger heißt es noch: „Fanden wir doch sogar an den sich teilenden Kernen phanerogamer Wurzelspitzen extranukleare Nukleolen in ähnlicher Lage in den Teilungsbildern vor . . ."[2]). Es geht daraus hervor, daß Strasburger die Lage der Zentrosomen von *Marsilia* an den Spindelpolen und die der extranuklearen Nukleolen an der gleichen Stelle zu den Erscheinungen der gleichen Kategorie rechnen will. Freilich nehmen die extranuklearen Nukleolen oft die Spindelpole ein. Aber es ist eine bekannte Tatsache, daß sie um die Spindel unregelmäßig verbreitet sind; ihre Lage an den Spindelpolen ist von ganz zufälliger Natur; bald nehmen sie die Spindelpole selbst ein, bald nicht. Um ein Beispiel anzuführen, könnte man bei den Sporenmutterzellen von *Psilotum triquetrum* nach den Angaben Karstens[3]) vielleicht glauben, daß die ausgewanderten Nukleolen regelmäßig die Spindelpole einnehmen, allein nach Guignard liegen sie bald dort, bald nicht[4]). Bei *Marsilia* dagegen liegt das Körperchen stets und ohne eine einzige Ausnahme an den Spindelpolen, und deshalb darf meiner Ansicht nach dieses Verhalten keineswegs mit demjenigen der extranuklearen Nukleolen verwechselt werden.

Wenn man die soeben erwähnte Tatsache berücksichtigt, so wird es kaum einer besonderen Erörterung bedürfen, um sich von der zentrosomatischen Natur der Blepharoplasten bei *Marchantia* zu überzeugen, da nach der Teilung der Spermatidmutterzelle das bei dieser Karyokinese beteiligte Zentrosom in der Spermatide verbleibt, um bei der Umbildung der letzteren zum Spermatozoid an der Cilienbildung teilzunehmen. Die ganze Erscheinung stimmt demgemäß völlig mit dem überein, was wir nach den Untersuchungen verschiedener Zoologen bei der tierischen Spermatogenese wahrnehmen. So z. B. findet nach Meves[5]), bei *Salamandra* in der jungen Spermatide ein Funktionswechsel der zwei Zentralkörper statt, da jetzt der Achsenfaden aus einem derselben hervorwächst und bald nachher an dem anderen inseriert wird[6]).

Ich schließe daraus, daß die in Frage stehenden Körperchen bei *Marchantia* echte Zentrosomen darstellen.

---

[1]) Webber, l. c. p. 78.

[2]) l. c. p. 198.

[3]) Über Beziehungen der Nukleolen zu den Zentrosomen bei *Psilotum triquetrum.* (Ber. der Deutsch. Bot. Ges. Bd. XI. 1893. p. 55.)

[4]) Origine des sphères directrices. (Journ. de Botanique, VIII. Année 1894. No. 14—15.)

[5]) Über Struktur und Histogenese der Samenfäden von *Salamandra maculosa.* (Arch. f. mirkr. Anatom. Bd. 50. 1897.)

[6]) Für die spermatogenetischen Vorgänge bei verschiedenen Tiergruppen, welche wesentlich miteinander übereinstimmen, vgl. die Zusammenfassung in Meves, Über Struktur und Histogenese der Samenfäden des Meerschweinchens. (Arch. f. mikr. Anatom. Bd. 54. 1899. p. 361 u. ff.)

Es fragt sich nun, wie die Blepharoplasten der Gefäßkryptogamen und Gymnospermen zu deuten sind.

Betreffs der Gefäßkryptogamen habe ich bereits oben meine Anschauungen bei *Marsilia* dargelegt. Bezüglich der Blepharoplasten der *Cycadeen* und *Ginkgo* heißt es bei Webber: „In *Zamia* the blepharoplast is located in the center of a very noteworthy aster, but when the spindle is formed there is found to be no connection between this and the blepharoplast, which are located some distance outside the pole of the spindle. The same feature is very noticeable in *Cycas* . . . and in *Ginkgo* . . .“[1]). Auch „the blepharoplast of *Zamia* has no discernible part in spindle formation, and it is certainly not a spindle-forming and division-directing organ. In no stage of the division have the spindle-fibers any connection wit it. The same can be said of *Cycas* and *Ginkgo* . . .“[2]). D. h., Webber schließt daraus, daß der Blepharoplast in einiger Entfernung von den Spindelpolen liegt und die Spindelfasern anscheinend mit demselben in keiner Beziehung stehen, daß diese Körperchen weder die spindelbildenden noch die die Kernteilungen kontrollierenden Organe sind. Dazu ist zu bemerken, daß, obschon diese Körperchen von den Spindelpolen entfernt liegen, ihre regelmäßige Lage beim Aster-Stadium sehr merkwürdig ist, da die Verbindungslinie der zwei Zentrosomen stets mit der Längsachse der Spindel übereinstimmt, was bezüglich der Funktion der Spindelbildung kaum ohne Bedeutung sein wird. Übrigens wird die soeben zitierte Annahme Webbers nicht mehr stichhaltig sein, nachdem Meves und Korff durch ihre Untersuchungen über *Lithobius forficatus*[3]) die Tatsache beobachtet haben, daß die Zentrosomen für die Ausführung ihrer Funktion nicht notwendig an den Spindelpolen selbst zu liegen brauchen. Hier in den Spermatocyten erster Ordnung fanden sie im Anfangsstadium der Mitose an den entgegengesetzten Polen des Zellkernes je ein Paar der von den Strahlungen umgebenen Zentralkörper, und zwar nicht unmittelbar auf der Kernmembran, sondern in geringem Abstand von derselben gelegen; bei den folgenden Stadien der Mitose rücken die beiden Zentralkörperpaare in entgegengesetzter Richtung vom Kerne weg und kommen unmittelbar an die Zellperipherie zu liegen. Und trotzdem sind sie nichts weniger als die typischen Zentrosomen!

Die Tatsache, daß die zentrosomartigen Körperchen nur bei den spermatogenen Zellen vorkommen, während sie bei der Karyokinese anderer Zellen fehlen, ist oft gegen die in Frage stehenden Ansicht der Homologie der Blepharoplasten und Zentrosomen angeführt worden. Gegen diese Behauptung führe ich

[1]) l. c. p. 77.

[2]) Hirasé, l. c. Pl. VIII, Fig. 18 u. p. 117. — Webber, l. c., Pl. III, Fig. 31.

[3]) l. c.

nur die bekannte Angabe von R. Hertwig über die Kernteilungen von *Actinosphaerium*[1]) an, wonach die Zentralkörper nur bei der Richtungskörperbildung vorkommen, dagegen bei den übrigen Kernteilungsvorgängen fehlen. Wohl dürfte niemand die zentrosomatische Natur dieser Körper leugnen, lediglich auf Grund dessen, daß sie bei den sonstigen Teilungen fehlen.

Fassen wir nun meine Ansicht über die phylogenetische Entwickelung der sog. Blepharoplasten zusammen: Bei den *Bryophyten* nämlich sind die typischen Zentrosomen bei allen Zellgenerationen der Antheridien vorhanden; und bei dem letzten Stadium der spermatogenetischen Teilungen findet ihr Funktionswechsel statt, da sie jetzt an der Cilienbildung sich beteiligen. Im Laufe der phylogenetischen Entwickelung sind die Zentrosomen bei den höheren Pflanzen verloren gegangen, nur bei den Gefäßkryptogamen und zoidiogamen Gymnospermen erscheinen sie zu einer bestimmten Zeit, und zwar mit der von der typischen abweichenden Funktion betraut. Daß sie dabei auch zugleich die typische Funktion auszuführen imstande sind, kann man an der Hand der vorhandenen Angaben nicht in Abrede stellen da sie bald sowohl in ihrem Verhalten als in ihrer Lage an den Spindelpolen mit den gewöhnlichen Zentrosomen übereinstimmen (*Marsilia*), bald dabei denjenigen der tierischen Zellen, wie denen von *Lithobius forficatus* ähneln (*Gymnospermen*). Die Blepharoplasten der Gefäßkryptogamen und Gymnospermen sind daher phylogenetisch von den Zentrosomen derjenigen Pflanzen abzuleiten, welche inbetreff des Verhaltens derselben wenigstens wesentlich mit *Marchantia* übereinstimmen, und somit nichts anderes als echte Zentrosomen sind. Sogar wenn künftig gezeigt würde, daß diese Zentrosomen die typische Funktion nicht mehr üben könnten, werden wir doch in Anbetracht des oben Erörterten nicht umhin können, wie Karsten neuerdings bemerkte[2]), „die Blepharoplasten für den Zentrosomen der Tiere und niederen Pflanzen nahe verwandte Organe, eventuell für spezialisierte und auf bestimmte Fälle beschränkte Zentrosomen zu halten“, und dann ist ihre regelmäßige Lage in Beziehung auf die Spindel als eine von ihren Vorfahren, d. h. typischen Zentrosomen vererbte Eigenschaft zu deuten, welche ihnen von keinem Nutzen mehr ist.

Zum Schluß ist es meine angenehme Pflicht, hier meinen Kollegen, den Herren Dr. T. Inui und S. Kusano, für ihre liebenswürdige Unterstützung bei der vorliegenden Arbeit meinen verbindlichsten Dank abzustatten. Herr Inui hat sich der mühe-

[1]) Über Kernteilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von *Actinosphaerium Eichhornii*. (Abhandl. bair. Akad. II. Cl. Bd. XIX. II. Abt., 1898.)

[2]) Bot. Zeit. 60. Jahrg. (1902). II. Abt., Nr. 14, p. 212.

vollen Arbeit unterzogen, die Figuren in der beigegebenen Tafel mit seiner gewöhnlichen Geschicklichkeit zu zeichnen, während Herr Kusano die Güte gehabt hat, das Sammeln, Fixieren und Härten des Untersuchungsmaterials vorzunehmen.

Erklärung der Abbildungen.

Sämtliche Figuren sind mit Zeis' Apochromat 2 mm und Kompens. Okular 18, nur Fig. 39 mit demselben Objektiv und Ok. 12 gezeichnet. Fig. 1—38 stammen von Präparaten her, die mit der Flemmingschen Lösung fixiert und mit Eisenhämatoxylin Heidenhains gefärbt sind; Fig. 39, von einem Präparat, welches mit Osmiumsäuredampf fixiert und mit Jodgrün-Fuchsin-Gemisch gefärbt ist. Untersuchung bei Welsbachs Gasglühlicht.

Fig. 1—16. Kern- und Zellteilung bei den jungen Stadien der Antheridien. Da diese Figuren aus den Antheridien in verschiedenen Asterstadien entnommen sind, stimmen nicht alle immer in der Größe der Zellen resp. Zellkerne völlig miteinander überein.

Fig. 1—2. Ein Zentrosom innerhalb des Zellkernes.

Fig. 3. Ein Zentrosom außerhalb des Zellkernes.

Fig. 4—6. Die Teilung des Zentrosoms hat schon stattgefunden.

Fig. 7. Je ein Zentrosom an beiden Enden des Zellkernes.

Fig. 8. Zwei Zentrosomen fast in Berührung mit beiden Enden des Zellkernes.

Fig. 9—10. Spindelbildung. Zentrosomen!

Fig. 11. Aster-Stadium. Zentrosomen!

Fig. 12. Ebendas. Polansicht. 8 Chromosomen!

Fig. 13. Chromosomen, in Auswanderung nach beiden Polen begriffen.

Fig. 14. Dyaster-Stadium. Je zwei Zentrosomen an jedem Spindelpol.

Fig. 15. Ebendas. Polansicht. 8 Chromosomen!

Fig. 16. a) Letztes Stadium der Zellteilung. b) Zwei soeben gebildete Tochterzellen. Keine Zentrosomen!

Fig. 17. Einige Stadien der Karyokinese bei den Spermatidmutterzellen. Zentrosomen!

Fig. 18. Ebendas. Dyaster.

Fig. 19. Dispirem. Zentrosomen!

Fig. 20. Zwei Spermatiden gebildet. Zentrosomen noch an der ursprünglichen Stelle.

Fig. 21. Ebendas. Zentrosomen schon in Auswanderung begriffen.

Fig. 22. Ebendas. Zwei Zentrosomen nach dem Zellende ausgewandert. Beide an der gleichen Seite der Mutterzelle.

Fig. 23. Ebendas. Beide Zentrosomen an den entgegengesetzten Seiten.

Fig. 24. Ebendas. Zentrosomen schon nach der Zellecke der Spermatiden gelangt.

Fig. 25—26. Ebendas. Mit den chromatoiden Nebenkörpern. c Zentrosom; n Nebenkörper.

Fig. 27—28. Spermatiden noch eckig. Zentrosomen langgestreckt und Cilien schon entwickelt.

Fig. 29—30. Spermatiden etwas abgerundet.

Fig. 31. Eine Spermatide. Cytoplasmatischer Fortsatz entwickelt.

Fig. 32. Ebendas. Zellkern gestreckt.

Fig. 33. Fortgeschrittenes Stadium der Spermatozoidbildung.

Fig. 34. Eine Spermatide vergrößert und kugelig geworden.

Fig. 35. Ebendas. Die Teilung des chromatoiden Nebenkörpers hat stattgefunden.

Fig. 36. Ebendas. Mit je zwei chromatoiden Nebenkörpern und langgestreckten Zentrosomen.

Fig. 37. Ebendas. Mit je zwei chromatoiden Nebenkörpern. Zentrosomen und Zellkernen.

Fig. 38. Ebendas. In Durchschnürung begriffen.

Fig. 39. Gereiftes Spermatozoid.

Dr. T. Inui gez.

Verlag von **Gustav Fischer**, Jena.

P. Weise, Lith., Jena.

Was ist *Bryum Geheebii* C. Müll.? Und wo findet es im Systeme seine natürliche Stellung? —

Eine bryologische Studie.

Von

Adalbert Geheeb, Freiburg i. Br.

Gelegentlich seiner Studien über die märkischen Arten der Gattung *Bryum* ersuchte mich kürzlich Herr C. Warnstorf um ein Pröbchen der Originalpflanze des *Bryum Geheebii* C. Müll., zugleich bemerkend, daß sich in seinem Herbar ein steriles Räschen unter dieser Bezeichnung finde, welches, im Februar 1882 am Aarufer bei Brugg von mir selbst gesammelt, doch unzweifelhaft mit *Bryum Funckii* Schwgr. identisch sei. Nun bin ich in genanntem Jahre niemals im Aargau gewesen, sondern ich habe zwanzig Jahre früher, am 25. Februar 1862, tatsächlich das ächte *Bryum Funckii* in sterilen Räschen, und zwar am rechten Aarufer, im sogenannten „Süßbach“, auf kalkig-kiesigem Boden gesammelt und auch als *Bryum Funckii* an meine Freunde verteilt; während jenes sterile Moos, welches am 14. Oktober 1861 von mir aufgenommen, von Dr. Karl Müller Halens. als *Bryum Geheebii* n. sp. (ad interim!) bezeichnet wurde, nur am linken Aarufer einen Kalkfelsen bewohnt, wo ich es erst am 22. August 1885 in schönen, reichlichen Räschen, doch immer steril, wieder gesammelt habe. Zur Aufklärung gingen sowohl eine Probe der zweiten Aufnahme, als auch einige Stengelchen der 1861 beobachteten Originalpflanze an meinen verehrten Freund Warnstorf ab, welcher mir, zu meiner Überraschung, am 1. März d. J. folgendes schreibt: „Ihre beiden Pröbchen habe ich sofort untersucht und gefunden, daß das Originalpflänzchen von *Bryum Geheebii* (14. Oktb. 1861) mit *Bryum Gerwigii* C. Müll. bis aufs Stengelfragment identisch ist, während die Probe vom 22. August 1885 das *Bryum Geheebii* C. Müll. ist, welches Limpricht beschrieben hat. Es scheinen demnach beide Arten, die sehr leicht durch die Form der Blätter und das Zellnetz unterschieden werden können, an demselben Standort am linken

Aarufer bei Brugg vorzukommen". — Die genaue Untersuchung meines Originalräschens von 1861, das noch aus etwa einem Dutzend aufgeklebter, durch Kalkschlamm verbundener Stengelchen besteht, hat mich von der Richtigkeit der Angabe Warnstorfs überzeugt: alle noch vorhandenen Stengel gehören unzweifelhaft zu *Br. Gerwigii* C. Müll.! Es steht demnach fest, daß auf jenem Kalkfelsen des linken Aarufers oberhalb Brugg beide Moose vorkommen! Daß ich aber tatsächlich bei meiner ersten Aufnahme von 1861 Proben der beiden Arten ahnungslos in einem Räschen vereinigt hatte, werden wir gleich sehen, vorerst jedoch wollen wir untersuchen, wie *Bryum Geheebii* in den Formenkreis des *Br. Funckii* gezogen werden konnte, mit welchem es weder habituell, noch mikroskopisch irgend eine Ähnlichkeit zeigt. —

Nachdem ich schon zu Anfang Oktober 1861 an den wassertriefenden Kalkfelsen des linken Aarufers bei Brugg *Fissidens grandifrons* und prachtvoll fruktifizierenden *Fissidens Mildeanus* Schpr. (letzterer wurde mir von Schimper selbst damals als *F. crassipes* Wils. bezeichnet!) wiederholt gesammelt hatte, bemerkte ich am 14. Oktober auf einer, bei hohem Wasserstande überfluteten Kalkfelsplatte ein steriles, bryumartiges Moos, von welchem ich nur wenige Räschen mitnahm, und welches Professor W. Ph. Schimper, der sich mir bereitwilligst erboten hatte, zweifelhafte Funde zu bestimmen, als „*Bryum Funckii* Schwgr., *forma laxior*" bezeichnete. Etwa einen Monat später ging eine kleine Sendung Brugger Moose auch an Dr. Karl Müller nach Halle ab, welcher dem Moosjünger schon zu seiner Koburger Zeit (1860) kräftige Unterstützung gewährt hatte: doch zu einem sub Nr. 39 gesandten Pröbchen jenes *Bryum Funckii* vom Aarufer bemerkte der Empfänger: „Ein sehr interessantes *Bryum*, das wahrscheinlich neu sein dürfte. Es kann weder mit *Bryum Funckii*, noch mit *Br. cyclophyllum*, *Duvalii* und anderen verwandten Arten zusammenfallen. Bitte daher, zu beobachten und auch nach Früchten zu suchen. Ist es wirklich neu, dann erlauben Sie es wohl, das Moos *Bryum Geheebii* zu nennen." — Wiederholte Besuche jenes Standorts ließen keine Spur von Fruktifikation erkennen. Zu einer zweiten Probe von demselben Felsen bemerkte K. Müller am 16. Dezember 1861: „*Bryum Geheebii* C. Müll. vorläufig. Bitte, das Moos auch fernerhin zu beobachten und Früchte aufzutreiben, damit ich gewiß bin, ob der obige Name bleiben kann, oder ob wir es doch mit einer schon bekannten Art, was ich kaum glauben möchte, zu tun haben." — Ich muß bemerken, daß ich von diesem Moose, welches ich bis zum März 1864 öfters beobachtet, doch nie mehr aufgenommen habe, sehr wenig verteilte und nur an einige Bryologen je eines von den 1861 gesammelten Räschen mitteilte, z. B. an De Notaris. Derselbe bemerkt in seinem *Epilogo della Briologia italiana* (1869) p. 410 in einer Notiz zu *Bryum Combae:* „Huic persimile *Bryum Geheebii* Müll. ined., ex amicissimi *Geheebii* speciminibus, sed foliis duplo ac in planta Sardiniae mino-

ribus, atque habitu alieno ni fallor differt. Planta nostra faciem fere *Mielichhoferiae* praebet." — Infolge dieser Notiz bat mich der unvergeßliche Dr. J. Milde (1869) um ein Pröbchen des Mooses, über welches er in *Hedwigia*, 1870, p. 48, unter „Kleinere Mitteilungen" Nr. 3, bemerkt: „*Bryum Geheebii* in Epilog. Briol. ital. p. 410 ist von *Br. Funckii* nicht verschieden." — Endlich führte mich im Spätsommer 1885 ein gütiges Geschick wieder nach Brugg, und es war am 22. August mein erster Gang nach der Aare Strand, wo ich, bei ziemlich niedrigem Wasserstande die Kalkfelsplatte sofort wieder erkennend, die große Freude hatte, schöne üppige Räschen, doch immer steril, von jenem *Bryum* wieder zu finden und deren eine Anzahl einzusammeln. Nur erschienen sie mir glänzender, lebhafter goldgrün, als ich sie 24 Jahre früher gesehen zu haben meinte, und, was mir erst zu Hause bei näherer Betrachtung auffiel, es zeigten sich häufig kleine rötliche Brutknospen in den Blattachseln. Darauf hin sandte ich, doch erst im folgenden Jahre, einige hübsche Räschen an Dr. K. Müller, ihm nicht verhehlend, daß mir das neuerdings aufgenommene *Bryum* etwas fremde Tracht zeige, etwa an *Bryum julaceum* erinnernd, worauf mir aus Halle folgender Bescheid zuging, d. 15. August 1886: „Was aber Ihr neues *Bryum Geheebii* betrifft, so ist selbiges ein ganz anderes Moos, als das von 1861 mit abgestumpften Blättern und großmaschigem Zellnetze. Ich halte das neue von *Sclerodictyum julaceum* auch verschieden, und würde es mir angenehm sein, wenn Sie mich über diese Doppelgestaltung aufklären wollten." — Das einzige von 1861 in meiner Sammlung noch vorhandene Räschen, dazu noch aufgeklebt, mochte ich nicht angreifen und so konnte ich weiter nichts tun, als einige wenige Stengelchen davon loslösen, welche ich, nebst einem hübschen Räschen der neuen Ernte, an Freund Limpricht schickte, welcher mir am 13. Septbr. 1886 folgendes darüber schrieb: „Es wäre notwendig, daß Karl Müller sich darüber ausspräche, wodurch die beiden Exemplare von *Bryum Geheebii* sich unterscheiden sollen. Ich habe heute beide miteinander verglichen und finde keine Unterschiede, beide stimmen so schön zusammen, wie nur irgend Exemplare ein und derselben Art. Hat K. Müller etwa Blüten gefunden? — Was *Bryum Geheebii* eigentlich ist, darüber wage ich heute nicht zu entscheiden. Völlig sterile *Brya* sind eine böse Sache! Um mir darüber ein Urteil zu bilden, muß ich die *Brya* im Zusammenhange durcharbeiten." —

Letzteres hat der verehrte Meister der „Laubmoose Deutschlands, Österreichs und der Schweiz", dessen allzufrühen Tod jeder Moosfreund schmerzlich beklagt, in mustergültiger Weise getan, indem er besprochenes Moos auf Seite 416—417 seines großen Werkes ausführlich und ausgezeichnet beschrieben hat. Im Systeme hat das Moos seinen Platz zwischen *Bryum Kunzii* Hsch. und *Br. veronense* De Not. erhalten, doch ist anhangsweise das mir unbekannt gebliebene *Bryum Combae* De Not. ihm angereiht worden. Mit *Anomobryum concinnatum* Spce. hat

es nur den Habitus gemein, durch das Zellnetz ist es weit verschieden von allen Arten der Gattung *Anomobryum*, deren Blattnetz *hypnum*-artig ist. Was nun *Bryum Geheebii* von dem etwas ähnlichen *Bryum Gerwigii* anatomisch unterscheidet, ist nach Limprichts scharfsichtiger Untersuchung der Bau der Blattrippe: dieselbe ist bei *Bryum Geheebii* am Grunde mit 4 medianen Deutern und einer Begleitergruppe, bei *Br. Gerwigii* aber am Grunde mit 2 basalen Deutern ohne Begleiter versehen! Außerdem ist bei letzterer Art die Rippe deutlich vor der Blattspitze aufgelöst, während sie bei *Bryum Geheebii* in die stumpfliche Blattspitze eintritt und erst mit ihr selbst endet. Das Zellnetz von *Br. Gerwigii* ist ein wenig lockerer, die Blätter sind entschieden stumpfer, fast abgerundet, löffelartig hohl, mit oben meist eingebogenen Rändern. Es unterliegt nun keinem Zweifel, daß auf jenem Kalkfelsen am Aarufer beide Arten so nahe nebeneinander wachsen, daß ich 1861 unabsichtlich beide beim Sammeln miteinander vermengte, — während ich 1885 nur reines *Br. Geheebii* aufgenommen habe. So konnte es geschehen, daß zufällig einige Stengel des wahren *Bryum Geheebii* von 1861 an Limpricht gelangten, welcher die genaue Identität dieser ersten Probe mit dem 1885 von mir gesammelten Moose feststellte. Und so konnte es erklärlich werden, daß Karl Müller, der zufällig einen Stengel des in demselben Räschen von 1861 vorhandenen *Bryum Gerwigii* unter das Mikroskop legte, plötzlich ein fremdes *Bryum* in dem Moose von 1885 zu sehen wähnte! Es ist indessen noch ein anderer Umstand, der meine Annahme, daß das Originalräschen von 1861 beide *Bryum*-Arten gemengt enthält, noch mehr befestigt, — ich meine das am 5. Februar 1865 vom Oberbaurat Gerwig auf Jurakalkfelsen im Rheinbette bei Schaffhausen steril gesammelte Moos, welches damals Dr. J. B. Jack, der es nicht zu bestimmen vermochte, an Dr. Karl Müller sandte, und der ein neues *Limnobium* darin zu erkennen meinte, welches er *Hypnum Gerwigii* nannte. Es ist das von Limpricht gut studierte und ausgezeichnet beschriebene *Bryum Gerwigii* (C. Müll.) Limpr. Hätte Karl Müller, bei seiner ersten Untersuchung (Dezber. 1861) des Aarmooses, das stumpfblätterige *Bryum*, eben das spätere *Br. Gerwigii*, in die Hände bekommen, so würde er das ihm von Jack zugesandte Gerwigsche Moos sofort erkannt und mit *Bryum Geheebii* identifiziert haben! Dieses *Bryum Gerwigii*, das ich durch Freund Jack in der Originalprobe erhielt, jedoch in viel reicheren, ausnehmend schönen Räschen von meinem verehrten Kollegen W. Baur besitze, der es im Sept. 1899 im feuchten Ufersande des Rheines bei Ichenheim in Baden entdeckte, hat, seltsam genug, dasselbe Schicksal wie *Bryum Geheebii* erleben müssen: es ist zuerst, 1863, von mir gesammelt und abermals von W. Ph. Schimper als *forma laxior* des *Bryum Funckii* Schwgr. mir bestimmt worden!! In meinen „Laubmoosen des Kantons Aargau, Aarau, 1864, bei H. R. Sauerländer", ist p. 54 bei *Bryum Funckii* bemerkt: „In einer lockeren, sterilen Form fand

ich diese Art auch im Rheinsande bei Rheinfelden." Diese am 10. Juli 1863 von mir aufgenommenen Räschen sind zum Glücke noch vorhanden in meiner Sammlung, aber erst im vorigen Jahre, nachdem ich *Bryum Gerwigii* zum erstenmale untersucht, erkannte ich jene lockeren, weißlich-grünen Räschen mit eigentümlich kätzchenartiger Beblätterung sofort wieder, und die nähere Untersuchung und Vergleichung bestätigte vollkommen meine Vermutung. Auch Herr Warnstorf, welchem ich eine Probe vorlegte, hat meine Bestimmung anerkannt. So haben wir für *Bryum Gerwigii* (K. Müll.) Limpr. folgende Stationen: Schaffhausen (leg. Gerwig, 1865); Ichenheim a. Rhein (leg. W. Baur, 1899); Kaiserstuhl, Kt. Zürich, auf Steinen am linken Rheinufer (leg. Dr. P. Culmann 1900); Brugg, Kt. Aargau, auf einem Kalkfelsen am linken Aarufer (A. Geheeb, 14. Oktober 1861) und im Rheinsande am rechten Rheinufer bei Rheinfelden im Aargau (A. Geheeb, 10. Juli 1863). Das wahre *Bryum Funckii* Schwgr. dagegen habe ich nie an einem Flußufer wachsend angetroffen, weder im Aargau, noch im Rhöngebirge, noch in Thüringen, und selbst jene sterile Probe vom rechten Aarufer, welche jedenfalls durch einen meiner Freunde in Warnstorfs Herbar gelangt sein mag, ist noch ein gutes Stück vom Aarufer entfernt gesammelt worden, den mit Kalkgeröll und Kies bedeckten Boden eines fast immer ausgetrockneten Baches bewohnend. Seine größte Verbreitung findet *Bryum Funckii* im südlichen Aargau, besonders die Molasseregion um Zofingen bewohnend, die Nähe der großen Sandsteinbrüche bevorzugend, wo zahlreiche Fruchträschen auf Waldboden, z. B. um Bottenwyl, von mir gesammelt worden sind. Auch aus Siebenbürgen erhielt ich üppige Fruchtrasen, gleichfalls von Waldboden stammend aus der Umgebung von Langental. Wie konnte nur der große Schimper, so muß ich mich immer wieder fragen, darauf kommen, die beiden Aargau-Moose, *Bryum Geheebii* und *Br. Gerwigii*, dem *Bryum Funckii* unterzuordnen? Beide sind doch auf den ersten Blick schon von den aufgedunsenen, dicken, kätzchenförmigen sterilen Stengelsprossen des *Bryum Funckii* himmelweit verschieden, — und wie anders das mikroskopische Bild der Blattspitze! Wäre *Bryum Funckii* ein uferliebendes Moos, so könnte man wohl an Modifikationen denken, wie sie so manche Arten unter dem Einflusse des strömenden Wassers zu erleiden vermögen. Ich erinnere nur an jene wunderbare Wasserform des *Eurhynchium circinatum*, die als neue Gattung, *Scorpiurium rivale*, aufgefaßt worden war, usw. — Als ich, bei meinem letzten Besuche, 1885, eine leidlich reichliche Anzahl Räschen des von Limpricht anerkannten *Bryum Geheebii* hergerichtet hatte, gelangten solche an viele Spezialisten des In- und Auslandes, aber nicht von einer einzigen Seite ist mir Einspruch erhoben worden gegen den Artenwert! So haben das Moos erhalten und untersucht: Ruthe, Sanio, Philibert, Renauld, Bescherelle, Brotherus, Arnell, Husnot, Schliephacke, Breidler, Holler, Röll, Amann,

— und erst voriges Jahr, freilich nur noch in wenigen Stengelproben, der scharfsichtige W. E. Nicholson. Dem letztgenannten Bryologen waren die Brutknöspchen meines Mooses von besonderem Interesse, und ich vergaß fast, zu bemerken, daß Herr Professor Dr. C. Correns derselben gleichfalls gedacht hat, auf S. 177 seines ausgezeichneten Werkes „Untersuchungen über die Vermehrung der Laubmoose durch Brutorgane und Stecklinge." — Sobald als es mir möglich wird, soll ein neuer Besuch des Aarufers von mir ausgeführt werden, und ich bin begierig, zu sehen, ob beide *Brya* dort noch vorhanden sind, oder aber ob *Bryum Gerwigii*, was ich fast fürchte, dem Kampfe ums Dasein unterlegen und wieder eingegangen ist. Denn es ist mir auffallend, daß ich 1885 nur reines, goldgrün schimmerndes *Bryum Geheebii* aufnahm, dem auch nicht ein Stengelchen der ersteren Art beigemengt war! —

Als Schlußfolgerung möchte ich die Resultate meiner Beobachtungen in folgende Sätze zusammenfassen:

1. *Bryum Geheebii* C. Müll. kann mit *Bryum Funckii* Schwgr. nie vereinigt werden.

2. *Bryum Gerwigii* (C. Müll.) Limpr. ist eine von vorigem Moose, schon durch den Bau der Blattrippe, durchaus verschiedene Art. —

3. *Bryum Geheebii* C. Müll., so lange die Fruktifikation unbekannt bleibt, ist eine schlechte Art, die, wenn man sie neben eine bekannte Spezies stellen will, in die Nähe von *Bryum gemmiparum* De Not. vielleicht zu setzen wäre. —

Freiburg i. Br., den 8. März 1903.

✓

Anatomisch-systematische Untersuchung des Blattes der *Rhamneen* aus den Triben: *Ventilagineen, Zizypheen* und *Rhamneen.*

Von

Theodor Herzog, München.

Einleitung.

Vor Jahresfrist veröffentlichte Herr Dr. K. Gemoll in den Beiheften des Botan. Centralblattes. Bd. XII. Heft 3. pag. 351 bis 424 die Resultate einer „Anatomisch-systematischen Untersuchung des Blattes der *Rhamneen* aus den Triben: *Rhamneen, Colletieen* und *Gouanieen*". Aus der Arbeit ging hervor, daß die Familie der *Rhamneen* inbezug auf anatomische Merkmale, die sich zugleich als systematisch wertvoll erweisen, ein sehr dankbares Feld darstellt, weshalb es in hohem Maße wünschenswert erschien, durch eine Untersuchung der beiden übrigen Triben der *Rhamneen* die Ergebnisse Gemolls zu ergänzen, um so einen Überblick über die gesamten anatomischen Verhältnisse der Familie zu gewinnen.

Demgemäß übertrug mir Herr Prof. Dr. Radlkofer die ehrende Aufgabe, die Triben der *Ventilagineen* und *Zizypheen* einer anatomisch-systematischen Untersuchung zu unterziehen und dazu die große, von Gemoll nur in 9 Arten untersuchte Gattung *Rhamnus*, sowie die zu jener Zeit im Münchner Herbarium noch nicht vorhanden gewesene Gattung *Emmenospermum* vorzunehmen.

Die meisten untersuchten Pflanzen stammen aus dem Münchener Herbarium; außerdem wurden mir vonseiten des Berliner botanischen Museums sowie von Herrn Prof. Dr. A. Peter in Göttingen aus dem Grisebachschen Herbarium in liebenswürdigster Weise zahlreiche, im Münchener Herbarium nicht vorhandene Arten zur Verfügung gestellt, wofür ich mir gestatte, an dieser Stelle meinem verbindlichsten Dank Ausdruck zu geben.

Gleichzeitig spreche ich hier meinem hochverehrten Chef und Lehrer, Herrn Prof. Dr. Radlkofer, meinen herzlichen und aufrichtigsten Dank für sein reges Interesse am Fortgang meiner Arbeit und die wertvolle, mir dabei erteilte Anleitung aus. Auch Herrn Dr. H. Roß, Kustos am kgl. botan. Museum zu München,

danke ich für sein liebenswürdiges Entgegenkommen, durch das meine Arbeit eine wesentliche Unterstützung erfuhr, aufs beste.

Als kurze Übersicht lasse ich hier ein Verzeichnis über die Zahl der aus jeder Gattung untersuchten Arten folgen; die Zahl der überhaupt bekannten Arten erspare ich mir, daneben anzuführen, da dieselbe, je nachdem der Index Kewensis oder die Natürl. Pflanzenfamilien von Engler und Prantl als Grundlage benützt werden, sehr schwankend ist und auch stets durch das Hinzukommen von neuen Arten beträchtlich wechselt. Von kleineren Gattungen haben mir meist alle oder fast alle Arten, bei größeren Gattungen gewöhnlich die Hälfte oder über die Hälfte der Arten zur Verfügung gestanden. Von den beiden Triben *Ventilagineen* und *Zizypheen* sind wenigstens alle Gattungen untersucht. Die monotypischen Gattungen wurden mit * bezeichnet.

Ventilagineen.

Ventilago	3	Arten.	
Smythea	3	„	

Zizypheen.

Paliurus	2	Arten.	
Zizyphus	32	„	u. 3 Varietäten.
**Microrhamnus*	1	Art.	
Condalia	5	Arten	u. 1 Varietät.
**Krugiodendron*	1	Art.	
Reynosia	9	Arten.	
Sarcomphalus	4	„	
Karwinskia	3	„	
Rhamnidium	3	„	
Berchemia	5	„	
**Phyllogeiton*	1	Art.	
Maesopsis	2	Arten.	
**Lamellisepalum*	1	Art.	
**Rhamnella*	1	„	
**Dallachya*	1	„	

Rhamneen.

Rhamnus	52	Arten.	
Emmenospermum	1	Art.	
Zusammen	130	Arten.	

Auf die wichtigste Literatur, abgesehen von dem grundlegenden Werk Solereders: „Systematische Anatomie der Dicotyledonen“ habe ich jeweils in Anmerkungen hingewiesen.

Allgemeiner Teil.

In gleicher Weise, wie bei den von Gemoll behandelten Triben der *Rhamneen*, *Gouanieen* und *Colletieen*, bezogen sich meine Untersuchungen aus den Triben der *Ventilagineen*, *Zizypheen* und *Rhamneen* der Hauptsache nach auf die Struktur der Laubblätter, und nur, wo verwickelte, unklare Verhältnisse eine Untersuchung der übrigen Organe nötig erscheinen ließen, wurden auch Blüten und Früchte vorgenommen, um mit ihrer Hülfe aus anatomischen Verhältnissen gewonnene Schlüsse zu stützen oder ihre Verwertbarkeit zu systematischen Zwecken zu prüfen.

Im allgemeinen ist schon die Nervatur des Blattes, welche fast allein in Betracht kommt, da nirgends gelappte oder zerteilte Blätter vorkommen, für sehr viele Gattungen charakteristisch, da dieselbe in der gleichen Tribus von Gattung zu Gattung bedeutenden Schwankungen unterworfen ist, dagegen selbst innerhalb großer Gattungen, wie z. B. *Zizyphus*, einen äußerst konstanten Typus bewahrt. In der Tribus der *Ventilagineen* ist sogar für die beiden Gattungen *Ventilago* und *Smythea* ein gemeinsamer Plan der Nervatur zu erkennen, der sich auch bei der anatomischen Untersuchung bestätigt. Näher auf die verschiedenen Arten der Blattformen und ihrer Nervatur einzugehen, ist hier nicht der Platz, es sei nur der beiden Haupttypen des tripli-quintuplinerven Blattes (hauptsächlich bei *Zizyphus* und *Paliurus*) und des fiedernervigen (bei den meisten anderen) gedacht, die schon ein ganz verschiedenes Aussehen bedingen. Verbunden mit der äußerst abwechslungsreichen Anordnung des Venennetzes ergeben sich daraus die mannigfaltigsten Kombinationen für die einzelnen Gattungen.

Als ebenso wechselnd und verschieden, aber für die einzelnen Gattungen (wenigstens die kleineren, bei größeren für Gruppen) charakteristisch erweist sich die innere Blattstruktur, der anatomische Bau des Blattes, wobei nicht nur auf einzelne Merkmale, wie schleimführende Epidermis, Behaarung, Schleimgänge, Hypoderm, Kristallverhältnisse etc., sondern auch auf das ganze Bild des Querschnittes Wert gelegt werden muß; so ist letzteres z. B. für *Reynosia* so bezeichnend, daß wir aus ihm, ohne noch erst die Einzelheiten erkannt zu haben, auf die Gattung zu schließen vermögen. Ebenso verhält es sich mit *Rhamnidium*, *Karwinskia* und *Berchemia*, 3 anatomisch scharf getrennten Gattungen, die aber durch ihre ganz ähnlichen Querschnittsbilder schon auf ihre gegenseitige verwandtschaftliche Stellung schließen lassen. Durchgehende, für ganze Triben gültige Merkmale konnten nicht nachgewiesen werden, doch lassen sich wenigstens unter Zusammenfassung aller bisherigen Beobachtungen, in erster Linie unter Verwendung der von Gemoll zusammengestellten Daten einige, wenn auch nicht überall vorkommende, so doch in allen Triben weit verbreitete Struktur-

verhältnisse feststellen, die für die anatomische Charakteristik der *Rhamneen* wichtig erscheinen.

Zuvörderst betrifft dies die schleimführenden Organe des Blattes, welche fast überall bei den *Rhamneen* angetroffen werden, jedoch sehr verschiedene Gestalt und Lage besitzen. Sehr häufig ist die Epidermis Sitz der Verschleimung und zwar entweder einzelne Zellen derselben oder ganze Gruppen, wobei stets die obere Epidermis vor der unteren bevorzugt ist: auf Einzelheiten komme ich bei Behandlung der Epidermis zu sprechen. Fast noch weiter verbreitet als die schleimführende Epidermis sind Schleimgänge unter den größeren Gefäßbündeln; sie schwanken nach Größe und Zahl ganz bedeutend, sind aber oft für ganze Gattungen, wie auch die schleimführende Epidermis, charakteristisch. Selten sind ein schleimführendes Hypoderm und einzelne Schleimzellen im Blattgewebe, die sich durch bedeutendere Größe von den übrigen Zellen des Diachyms leicht unterscheiden; sie entstammen entweder dem Palisadengewebe oder einer Mittelschicht. Bei diesen Schleimzellen handelt es sich um Inhaltsschleim im Gegensatz zur schleimführenden Epidermis, wo wir es mit verschleimten Membranen zu tun haben. Andrerseits zeichnen sich die *Rhamneen* durch vollständiges Fehlen von echten Sekretzellen aus, während Sekreträume mit harzartigem, tiefbraunem Inhalt bei einzelnen Gattungen bekannt sind. Gleichfalls weit verbreitet und ganze Gattungen oder Gruppen von solchen auszeichnend sind sehr eigentümliche, große Einzelkristalle von oxalsaurem Kalk, welche in Form klinorhombischer Prismen auftreten und ein aufrechtes, rhombisches Querschnittsbild zeigen: sie sind ähnlich den großen Kristallen von *Citrus*, wo sie, wie vielfach auch bei anderen Pflanzen, als Durchleuchtungsapparate für das assimilierende Palisadengewebe gedeutet worden sind. Im Gegensatz zu der Tribus der *Gouanieen* und der Subtribus der *Pomaderreen*, für welche Styloiden *(G.)* und Sternhaare *(P.)* durchgreifende Merkmale darstellen, ergaben sich für die *Ventilagineen*, *Zizypheen* und *Rhamneen* solche Merkmale nicht, was übrigens insofern nicht besonders zu verwundern ist, als wir z. B. in den *Pomaderreen* eine relativ kleine, geographisch und daher entwicklungsgeschichtlich scharf umschriebene Gruppe vor uns haben, während z. B. die *Zizypheen* nicht nur mehr Gattungen umfassen, sondern auch in deren zahlreichen Arten über die ganze Erde verbreitet sind: sobald wir aber auch unter ihnen auf Gattungen stoßen, die gut umgrenzte geographische Einheiten darstellen, so bieten sich sofort eigentümliche, nur von ihnen zur Ausbildung gebrachte Verhältnisse dar, die oft ebenso prägnante Merkmale darstellen, wie die Sternhaare der *Pomaderreen* und die Styloiden der *Gouanieen*. So sind die eigenartigen Sekretlücken, deren ich später ausführlicher gedenken werde, alleiniger Besitz der amerikanischen Gattungen *Karwinskia* und *Rhamnidium*, und bei *Karwinskia*, deren Entwicklungsgebiet auf Mexiko beschränkt ist, zeichnen sich dieselben durch eine merwürdig regelmäßige Anordnung im

Verlauf der Gefäßbündel aus. Ein andres Beispiel bietet eine Gruppe der Sektion *Frangula* von *Rhamnus*, welche Büschelhaare, eine sonst der ganzen Tribus mit Ausnahme der *Pomaderreen* abgehende Trichomform, zur Ausbildung gebracht hat. Diese Arten sind Bewohner von Mexiko, Mittel- und Südamerika, stellen also immerhin eine geographisch geschlossene Gruppe dar; es sind ja auch sonst vielfach merkwürdige Ähnlichkeiten zwischen der Flora von Brasilien und Mexiko bekannt. Doch gelang es nicht, mit Hülfe der Blüten- und Fruchtverhältnisse auf diese eigentümlichen Formen eine besondere Subsektion von *Frangula* zu gründen, da einerseits das Material zu unvollkommen war (d. h. bei den einen nur Blüten, bei den anderen nur Früchte zur Verfügung standen), andrerseits bei der Vergleichung zu viel Ähnlichkeiten mit den übrigen Repräsentanten der Sektion *Frangula* hervortraten. — *Reynosia* und *Sarcomphalus*, zwei mittelamerikanische Genera, sind durch das Fehlen jeglicher Verschleimung sowie ihr eigentümliches Querschnittsbild ebenfalls scharf unterschieden von allen übrigen Gattungen der *Zizypheen*, während z. B. die große Gattung *Zizyphus* in verschiedenen Gebieten ganz verschiedene Typen entwickelt hat, die dann als Bauplan für eine Reihe dort entstandener Arten vorgelegen zu haben scheinen; in Südost-Asien aber, ihrem jetzigen Verbreitungszentrum, zerfällt sie in die verschiedensten Formen, fast jedes Land, jede Insel bringt einen eigenen Typus hervor.

In manchen Fällen erwiesen sich die anatomischen Verhältnisse auch als willkommene Bestätigungen für in der neueren Zeit vorgenommenen Abänderungen im System, ob es sich nun um die Überführung einzelner Arten oder Gruppen von einer Gattung in eine andere oder um einfachere Fragen der Synonymie handelte. Zuweilen aber gaben sie auch bei Pflanzen, die immer noch eine unsichere Stellung im System, sei es in einer Tribus oder einer Gattung einnehmen, wertvolle Winke, die bei einer späteren Bearbeitung der *Rhamneen* Berücksichtigung verdienen dürften. So z. B. bei *Zizyphus Mistol* und *Z. oblongifolia*, welche durch ihre weitzellige Parenchymscheide sich viel eher an *Condalia* anschließen, während doch der ganze Habitus für *Zizyphus* spricht, und bei *Phyllogeiton discolor*, dessen Blattstruktur zusammen mit den trugdoldigen Blütenständen mich bewog, auf diese Art eine neue Gattung zu gründen. Auf Einzelheiten, besonders Fragen der Synonymie komme ich bei den einzelnen Triben zu sprechen.

Auch für einzelne Arten ergaben sich vielfach verwertbare anatomische Merkmale: besonders Behaarung, Kristallverhältnisse, das Vorkommen von Sklerenchym an den Nerven, hypodermale Bildungen und der Grad der Verschleimung in den Epidermiszellen lieferten brauchbare Anhaltspunkte zu ihrer Unterscheidung. Dagegen erwies sich die Art der Nervatur, besonders der Umstand, ob die Seitennerven 2. und 3. Ordnung von Epidermis zu Epidermis durchgehen oder im Diachym eingebettet liegen, meist für ganze Genera oder größere

Gruppen als charakteristisch. Übrigens wechselt der Grad der systematischen Verwertbarkeit aller dieser Merkmale von Gattung zu Gattung, und was bei der einen generellen Wert besitzt, genügt bei der anderen kaum zur Fixierung einer einzelnen Art. So z. B. zeichnet sich die Gattung *Sarcomphalus* durch ein wohl entwickeltes Hypoderm aus, während dasselbe bei der nahe verwandten *Reynosia* nur zwei Arten zukommt, bei anderen Arten aber, z. T. wenigstens, über den Nerven in Anfängen zu erkennen ist, sogar anderwärts überhaupt erfahrungsgemäß systematisch wenig verwertbar ist; und doch bildet es einen Gattungscharakter von *Sarcomphalus*. Denn wenn hypodermale Bildungen auch vielfach als Anpassungserscheinungen an äußere Bedingungen aufzufassen sind, denen man nicht viel systematischen Wert beimessen zu dürfen glaubt, so halte ich es doch für charakteristisch, wenn eine Gattung bei den vielen „Konstruktionsvariationen“, die ihr möglich sind (teleologisch gesprochen), immer denselben Weg zur Erreichung ihres Zieles einschlägt. Denn daß schließlich einerseits ein Herabdrücken der Verdunstung (durch Hypoderm), andrerseits die Speicherung von Wasser (durch schleimführende Epidermiszellen), im Grunde genommen, auf dasselbe hinausläuft, wird kaum zu bezweifeln sein, und so ist es doch sehr bezeichnend, wenn in einer Gattung ständig eine schleimführende Epidermis, bei einer andern stets ein schützendes Hypoderm und wieder bei andern eine starke Kuticularisierung der Außenwände der Epidermiszellen gewählt wird. Im Hinblick darauf wird auch der große systematische Wert der schleimführenden Epidermis verständlich erscheinen. Im übrigen verweise ich auf den speziellen Teil.

Wenn ich nun dazu übergehe, der Reihe nach die verschiedenen Gewebearten des Blattes sowie seine Anhangsorgane und den Inhalt seiner Zellen (Kristalle und Sekrete) zu behandeln, so geschieht es in erster Linie, um über die verschiedenartige Ausbildung homologer und analoger Gebilde bei verschiedenen Arten und Gattungen einen kurzen Überblick zu geben, aus dem dann leichter auf die systematische Verwertbarkeit der einzelnen Merkmale geschlossen werden kann. Ich beschränke mich dabei auf die von mir selbst vorgenommenen Untersuchungen, betreffend die Triben der *Ventilagineen* und *Zizypheen* und der Gattungen *Rhamnus* und *Emmenospermum* aus der Tribus der *Rhamneen*, welche von Gemoll noch nicht oder nur orientierungsweise untersucht worden sind, werde dann aber zum Schluß eine gedrängte Zusammenstellung der bei sämtlichen *Rhamneen* vorkommenden Verhältnisse (unter Einbezug der Gemollschen Daten) geben.

Epidermis.

Bei der hervorragend wichtigen Rolle, welche die Epidermis im Leben der Pflanze spielt, und gemäß der sie auf die verschiedenartigsten äußeren Bedingungen angepaßt sein muß, darf es uns nicht wundern, wenn gerade sie bei verschiedenen Gruppen und Gattungen ganz bedeutenden Abänderungen unterworfen ist, die sich in Form, Größe, äußerer Beschaffenheit und Inhalt ihrer Zellen zu erkennen gibt. Auf deren biologische Bedeutung hier einzugehen, ist nicht der Platz; es sei nur auf diejenigen wesentlichen Punkte hingewiesen, welche für die anatomische Charakteristik der untersuchten Arten zu verwerten sind.

Was zunächst die Gestalt der Epidermiszellen betrifft, so sind dieselben in der Ebene der Blattoberfläche nach allen Richtungen meist ziemlich gleichartig entwickelt (gewöhnlich nur wenig länger als breit), doch erfahren sie in der Regel über den Nerven und oft auch noch in den nächst angrenzenden Reihen eine bedeutende Streckung im Sinne des Gefäßbündelverlaufs, sodaß dann schon auf der Epidermis der Verlauf selbst der zartesten Leitungsbahnen erkannt zu werden vermag. Senkrecht zur Blattfläche wechselt ihre Ausdehnung bedeutend. Zuweilen treffen wir Zellen, die plattenartig flachgedrückt erscheinen, besonders bei vielen *Rhamnus*arten und bei *Smythea*, während beim andern Extrem, namentlich bei manchen *Zizyphus*arten, die Zellen doppelt so tief als breit werden können und dann keilförmig ins Palisadengewebe eingesenkt sind; dazwischen gibt es alle Übergänge.

Sehr verschieden ist auch die durch den Verlauf der Seitenwände bedingte Form der Epidermiszellen. Die seitlichen Begrenzungswände können nämlich entweder gerade verlaufen, so bei fast allen *Zizypheen*, und dadurch eine polygonale Gestalt der Zellen bedingen, oder sie zeigen einen mehr oder weniger gewundenen Verlauf, wodurch eine buchtige Zellform zustande kommt (so bei *Ventilago* und bei vielen Arten von *Eurhamnus*, selten bei *Zizyphus*arten, so bei *Z. calophylla)*; daß eine derartige Verzahnung der einzelnen Zellen zu einem festeren Verband und daher zur Festigung der ganzen Epidermis führt, liegt auf der Hand. Was schließlich die Größe der Epidermiszellen betrifft, so ist dieselbe den bedeutendsten Schwankungen ausgesetzt; eine Regel aber gilt fast durchweg: die Zellen der unteren Epidermis sind kleiner als die der oberen, zuweilen ganz bedeutend, mitunter auch nur wenig. Die größten Zellen treffen wir bei manchen *Zizyphus*arten und bei *Paliurus*, die kleinsten auf der Blattunterseite bei *Reynosia* und *Sarcomphalus*. Zur Übersicht seien hier die Werte für einzelne Gattungen und Arten gegeben.

	oben			unten		
	Länge	Breite	Tiefe	Länge	Breite	Tiefe
Paliurus . . .	50 μ	36 μ	43 μ	43 μ	36 μ	25 μ
Condalia. . . .	40 μ	35 μ	30 μ	30 μ	30 μ	25 μ
Berchemia . . .	40 μ	30 μ	40 μ	fast wie oben		
Karwinskia. . .	45 μ	35 μ	32 μ	28 μ	20 μ	24 μ
Ventilago . . .	30 μ	25 μ	30 μ	20 μ	16 μ	15 μ
Reynosia . . .	35 μ	28 μ	26 μ	14—20μ	10 μ	15 μ
Sarcomphalus . .	25 μ	20 μ	17 μ	12 μ	6—8 μ	8 μ
Zizyphus Horsfieldii	64 μ	64 μ	77 μ	24 μ	24 μ	20 μ
Zizyphus scandens	57 μ	30 μ	55 μ	22 μ	14 μ	15 μ

Die Wände der Epidermiszellen sind oft außerordentlich zart und dünn; besonders gilt das von den Seitenwänden (z. B. bei vielen *Zizyphus*arten), während die Außenwände bei den meisten wenigstens etwas verdickt und kutikularisiert sind. Doch kommen auch verdickte Seitenwände vor, bald mehr, bald weniger stark, so bei den meisten *Eurhamnus*arten; besonders stark verdickt sind sie bei *Rh. Alaternus* und *Rh. prinoides* sowie bei *Phyllogeiton discolor*, während stark verdickte Außenwände viel häufiger sind (z. B. bei den meisten *Eurhamnus*arten, bei *Phyllogeiton*, bei *Microrhamnus* und einigen *Condalia*-Spezies — bei *C. lineata* beträgt die Dicke der Außenwand 18 μ — bei *Reynosia* und *Berchemia yemensis*, bei letzterer besonders unterseits die Zellen in der Nachbarschaft der Spaltöffnungen. Sehr oft geht mit der starken Verdickung der Zellmembranen eine mehr oder weniger ausgeprägte Tüpfelbildung Hand in Hand; sie wurde bei *Rhamneen* bis jetzt zwar noch nie an Außenwänden beobachtet, ist dagegen an den Seitenwänden ziemlich häufig. Derartige getüpfelte Membranen kommen besonders bei stark buchtigen Zellen vor, so bei *Ventilago leiocarpa*, *Zizyphus calophylla* und bei einer Reihe von *Eurhamnus*arten, aber auch gerade verlaufende Wände sind öfters von Tüpfeln durchbrochen, so bei *Rhamnus Alaternus*, *Rh. prinoides* und *Phyllogeiton discolor*; bei letzterem sind die Tüpfel länglich-spaltförmig.

Während in erster Linie Außen- und Seitenwände einer sekundären Verdickung durch Celluloseschichten unterliegen, sind es allein die Innenmembranen, welche bei vielen Arten eine weitgehende Verschleimung erleiden. Auf die entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge kann ich hier nicht eingehen und lasse daher die Frage, ob es sich um eine Auflagerung von Schleimschichten oder um eine stoffliche Umwandlung schon vorhandener Schichten handelt, offen. Es sei nur auf die Tatsache hingewiesen, daß die Verschleimung der Innenmembranen fast stets von großem systematischem Wert ist, weshalb ich kurz auf eine

Beschreibung dieser eigentümlichen Zellen eingehe. Bei den Arten, welche nur in einzelnen Zellen Verschleimung aufweisen, treten diese schon in Flächenschnitten meist durch ihre bedeutendere Größe, die etwas abgerundete Gestalt und ihren stärkeren Glanz deutlich hervor. Da sie meist tiefer als die übrigen Ep.-Z. sind, so ragen sie ins Palisaden-Gewebe vor; aus diesem Grund sind bei Einstellung aufs Palisaden-Gewebe oft noch die Umrisse der schleimführenden Zellen zu erkennen, während die übrigen Epidermis-Zellen im Bilde fehlen. Bei Querschnitten fallen sie sofort durch ihre bedeutendere Größe auf, und hier tritt auch die Begrenzung der verschleimten, ins Zellumen vorgewölbten Schichten in den meisten Fällen als eine äußerst zarte, aber bei sorgfältiger Beobachtung doch deutlich wahrzunehmende Linie hervor. Zu orientierenden Untersuchungen, ob Verschleimung überhaupt vorhanden ist, bedient man sich der schon mehrfach beschriebenen Methode mit Tusche oder Gummiguttwasser, auf die ich jedoch hier nicht näher eingehe. Diese Verschleimung der Innenmembran kann entweder nur bei einzelnen Zellen auftreten oder aber auch alle Zellen der Epidermis ergreifen, wobei stets die obere Epidermis vor der unteren bevorzugt ist. Wenn ich in der Folge der Kürze halber von „verschleimten Epidermiszellen" spreche, so gilt dies nur für ihre Innenmembranen. Verschleimte Epidermiszellen sind in der Familie der *Rhamneen* sehr weit verbreitet und zeichnen oft ganze Gattungen aus, so *Ventilago*, *Paliurus*, *Microrhamnus*, *Rhamnidium*, *Berchemia*, *Lamellisepalum*, *Rhamnella*, *Maesopsis*, *Dallachya* und *Emmenospermum*, während *Reynosia*, *Sarcomphalus*, *Karwinskia*, *Krugiodendron* und *Phyllogeiton* keine verschleimte Epidermis besitzen. In den großen Gattungen *Zizyphus* und *Rhamnus* sind gewisse Gruppen durch verschleimte Epidermis gekennzeichnet, z. B. die Untergattung *Frangula* von *Rhamnus* und die meisten *Zizyphus*arten der alten Welt, während eine Reihe untereinander nahe verwandter amerikanischer Arten keine Verschleimung besitzt.

In manchen Fällen (bei *Berchemia*, *Karwinskia* und *Rhamnidium*) wölbt sich die Außenwand der unteren Epidermiszellen papillös vor. Dieser Vorgang kann auf einem früheren oder späteren Stadium der Entwicklung stehen bleiben, so bei *Rhamnidium* u. *Berchemia*, bei *Karwinskia Humboldtiana* jedoch kommt es zur Ausbildung von langen, zapfenförmigen Papillen, die dicht gedrängt stehen und sich über die zwischen ihnen liegenden Spaltöffnungen herüberneigen. Papillenbildung ist bei den *Rhamneen* überhaupt selten und außer in den angeführten Fällen nur noch bei *Helinus* und bei *Cryptandra obovata* beobachtet.

Eine doppelte Epidermis ist nur bei einer einzigen Art, *Rhamnus Wightii* bekannt, eine solche entsteht durch tangentiale Teilung jeder einzelnen Epidermiszelle, so daß jeder Zelle der oberen Schicht eine Zelle der unteren Schicht entspricht. Es ist dieser Fall somit wohl von hypodermartigen Bildungen zu unterscheiden.

Die Kutikula endlich ist in der Regel glatt, doch treffen wir zuweilen auch eine sehr feine, durch zarte Leistchen hervorgerufene Strichelung, welche über das ganze Blatt in leicht gewelltem Verlauf hinzieht, so besonders bei vielen *Rhamnus*arten.

In der Regel sind die Epidermiszellen leer; nur einige Arten machen davon eine Ausnahme. So finden wir in den oberen Epidermiszellen von *Berchemia* reichlichst Gerbstoff abgelagert, dasselbe ist der Fall bei *Phyllogeiton*, bei *Zizyphus Jujuba* und *Z. nummularia* sowie bei einigen *Reynosia*arten. Ein sehr interessantes Verhalten zeigt *Ventilago leiocarpa.* Bei dieser finden sich nämlich, meist in gepaarten, kleineren (wohl durch Teilung aus einer einzigen hervorgegangenen) Zellen kleine Einzelkristalle von oxalsaurem Kalk. Es ist dies der einzige Fall in der ganzen Familie der *Rhamneen*, wo Kristalle in der Epidermis beobachtet wurden.

Anschließend an diese Behandlung der Epidermiszellen gelange ich zu den Spaltöffnungen. Die Spaltöffnungen sind fast immer auf die Blattunterseite beschränkt, wo sie in ziemlich regelmäßigen Abständen über die Epidermis zerstreut liegen, doch nie auf den Nerven selbst getroffen werden. Nur in wenigen Fällen finden wir die Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten fast gleichartig entwickelt, so bei *Condalia lycioides*, *Zizyphus nummularia* und *Z. Mistol*, *Rhamnus pumila*, *Rh. oleoides* und anderen, während sie bei *Z. spina Christi* oberseits an die Nähe der größeren Nerven gebunden sind. Über die Form der Schließzellen ist nichts Wesentliches zu sagen, da sie von der gewohnten Form nicht abweicht; sie sind bald etwas breiter, bald etwas schmäler, ohne indessen bedeutendere Unterschiede erkennen zu lassen. Was die Form und Anordnung der um die Spaltöffnung liegenden Zellen betrifft, so ist kein eigener Typus ausgebildet, d. h. eigentliche Nebenzellen existieren nicht, die umgebenden Zellen sind vielmehr von deren übrigen Ep. Z. nicht verschieden und ganz regellos angeordnet. In der Größe schwanken die Spaltöffnungen bei verschiedenen Arten zwischen ziemlich großen Grenzen, weshalb ich hier eine kleine Zusammenstellung für verschiedene Gattungen u. Arten anfüge.

	Länge	Breite
Ventilago bombayensis	19 μ	11,5 μ
Smythea calpicarpa	19 μ	10 μ
„ *pacifica*	23 μ	17 μ
Paliurus ramosissimus	23 μ	17 μ
Zizyphus sativa	26 μ	18,5 μ
„ *javanensis*	24 μ	14 μ
„ *thyrsiflora*	24 μ	15,5 μ

	Länge	Breite
Zizyphus ferruginea	25 μ	17 μ
Condalia Parryi	34 μ	28 μ
„ *lycioides*	26 μ	14 μ
Berchemia racemosa	21 μ	17 μ
Lamellisepalum Hildebrandtii . .	29 μ	19 μ
Sarcomphalus crenatus	15 μ	8,5 μ
„ *reticulatus* . . .	17 μ	10 μ
Reynosia Guama	24 μ	17 μ
Karwinskia glandulosa	21,5 μ	15,5 μ
Emmenospermum alphitonioides .	31,4 μ	25 μ
Rhamnus japonica	39 μ	24 μ
„ *parvifolia*	31 μ	23 μ
„ *caroliniana*	30 μ	25 μ

Trichome.

Als epidermale Gebilde bespreche ich die Haare im Anschluß an die Epidermis. In den Triben der *Ventilagineen* und *Zizypheen*, die der Hauptsache nach das Material meiner Untersuchungen bildeten, sind die Trichome außerordentlich einförmig gebaut, und sehr viele Gattungen: *Smythea*, *Reynosia*, *Karwinskia*, *Berchemia*, *Phyllogeiton*, *Maesopsis*, *Lamellisepalum*, *Rhamnella* und *Dallachya* entbehren derselben überhaupt vollkommen; bei *Rhamnus* gehen die Differenzierungen schon weiter.

Wo Haare vorkommen, sind dieselben stets unverzweigt und ein- bis mehrzellig, stellen jedoch stets nur einfache Zellreihen, nie Zellkörper dar. In der Regel ist die Unterseite der Blätter reichlicher mit Haaren versehen als die Oberseite und die Nerven als Ansatzstelle bevorzugt; bald stehen die Haare in großen Abständen über das Blatt zerstreut, wie bei den meisten *Rhamnus*-arten, bei *Rhamnidium*, *Paliurus* und *Ventilago*, so daß die Behaarung makroskopisch sehr wenig zum Ausdruck gelangt, bald bilden sie einen dichten Filz, wie bei *Z. Jujuba*, *Oenoplia* und anderen, bei *Condalia lycioides*, *C. lineata* und *Rhamnus triquetra*; doch kommt dieser Filz auf zwei verschiedene Arten zustande. Entweder sind die Haare im wesentlichen, wie bei *Zizyphus Jujuba*, auf die Nerven und Venen beschränkt, die sie außerordentlich dicht besiedeln und von ihnen aus sich über die Lamina ausbreiten, so daß die zwischen den Nerven liegenden Areolen nur von den Haaren überdeckt, nicht aber von solchen besetzt sind, oder der Filz geht aus einer gleichmäßigen, sehr dichten Behaarung der ganzen Blattfläche hervor, wie bei *Condalia lycioides* und *Rhamnus triquetra*. Zu ersterer Art gehören sehr lange Haare, wie wir sie auch in der Tat bei *Zizyphus Jujuba*, *Oenoplia*, *Xylopyrus*, *exserta* und *rugosa* finden, während letztere Art auch bei sehr kurzen Haaren möglich ist.

Es wäre eine undankbare Aufgabe, jede Form der im Grunde nach ein und demselben Typus gebauten, einzelligen Haare näher beschreiben zu wollen. Es handelt sich stets nur um ein Mehr oder Weniger in Länge, lichter Weite und Dicke der Wandungen. Die meisten Haare sind mit ihrer dickwandigen Basis zwischen die Epidermiszellen soweit eingesenkt, als deren Tiefe beträgt, und verjüngen sich von da bis zur Spitze entweder (bei langen Haaren) langsam, so daß auf die ganze Länge des Haares die Dicke sich fast gleich bleibt, oder sie spitzen sich (nur bei kürzeren Haaren) sehr rasch und gleichmäßig zu, so bei vielen *Eurhamnus*arten. Die Wandungen sind gewöhnlich nur mäßig verdickt, doch kommen auch Haare vor, bei denen die Wände bis zum Verschwinden des Lumens verdickt sind; dies ist hauptsächlich der Fall bei sehr kleinen Stifthaaren, die entweder gerade, wie fast alle einzelligen, oder leicht verbogen und dabei von der Basis bis zur Spitze fast gleich dick sind. Derartige Haare finden sich auf der Blattunterseite von *Rhamnus triquetra*, *Microrhamnus ericoides* und *Condalia lineata*, während bei letzterer oberseits auch gerade stiftförmige Haare vorkommen; bei *Microrhamnus* und *Condalia lineata* füllen die gekräuselten Haare die Furchen der Blattunterseite vollkommen aus und dienen zum Schutze der Spaltöffnungen. Noch eine Form von einzelligen Haaren verdient genauere Betrachtung; es sind die eigentümlichen Stifthaare von *Zizyphus funiculosa*. Hier ist nämlich die eingesenkte Basis des Haares wie ein Nagelkopf stark kegelförmig verbreitert und greift mit ihre Grundfläche ein wenig unter die sie umgebenden Epidermiszellen hinein; der Kegelmantel selbst ist sehr dickwandig und der Länge nach von spaltförmigen Tüpfeln durchbrochen, woraus eine regelmäßige Streifung der Haarbasis resultiert; der über die Epidermis vorragende Teil des Haares ist dickwandig und kurz stiftförmig. Diese Haare erinnern an solche von *Pancovia* und *Xerospermum* (zwei *Sapindaceen*gattungen), bei deren einer *(Pancovia)* sie ein wichtiges anatomisches Merkmal für fast alle Arten bilden.

Fast noch gleichförmiger sind die mehrzelligen Haare gestaltet, doch sind auch sie bald gerade, bald hin- und hergebogen oder gekräuselt und durcheinander gewunden; sie erreichen meist eine viel bedeutendere Länge als die einzelligen Haare. Mehrzellige Haare sind charakteristisch für die *Zizyphus*arten aus der Verwandtschaft von *Z. Jujuba* und *Z. Oenoplia* und für die Untergattung *Frangula* von *Rhamnus*. Am stärksten gekräuselt sind sie bei *Z. spina Christi*, *rotundifolia* und *Jujuba*, während sie bei *Z. Oenoplia* und ihren Verwandten stets gerade sind und dem Blatt entweder dicht anliegen *(Z. Oenoplia)* oder weit abstehen *(Z. ferruginea)*; auch bei *Frangula* sind sie meist gerade, nur *Rh. sectipetala* besitzt gekräuselte Haare. Neben den mehrzelligen Haaren kommen zuweilen auf dem gleichen Blatt sehr kurze einzellige Haare vor, so bei *Z. Oenoplia*, *Napeca* und *rotundifolia*. Eine Vereinigung von (meist) mehrzelligen Haaren in Büscheln zu 2—8 ist bei einigen Arten von *Frangula: Rh.*

sphaerosperma, sectipetala, Palmeri und *californica* beobachtet: dieselben kommen in ihrem Aussehen den echten Sternhaaren zuweilen sehr nahe, doch sind sie von diesen wohl zu unterscheiden, da sie keine gemeinsame Basis noch einen gemeinsamen Fuß besitzen, sondern nur dicht nebeneinander und mit den Basen aneinander stoßend entspringen (bei *Rh. californica* sind die Haare übrigens, ganz abweichend vom *Frangula*typus, einzellig).

Echte Sternhaare, wie sie die *Pomaderreen* auszeichnen, und zweiarmige Haare, ähnlich denen von *Sageretia*, sind bei den von mir untersuchten Gattungen nicht vorhanden.

Innerer Blattbau.

Die Blätter der untersuchten Arten sind in weitaus den meisten Fällen bifazial gebaut, d. h. es ist ein deutlich differenziertes, typisches Palisaden- und Schwammgewebe vorhanden. Das Palisadengewebe ist meist 1—2 schichtig (denn in der Regel haben wir es mit sehr dünnen Blättern zu tun), selten 3 schichtig (z. B. bei *Rhamnus Smithii* und *prinoides* und bei einigen *Zizyphus*arten, hier sogar bei *Z. calophylla* stellenweise bis 4 schichtig); seine Zellen sind bei verschiedenen Gattungen und Arten sehr verschieden lang, bald kurz und etwas breit wie bei *Ventilago maderaspatana* (mit 24 $\mu \times 7 \mu$) und bei *Krugiodendron* (mit 25 $\mu \times 7 \mu$), bald sehr lang und schmal wie bei vielen *Zizyphus*arten (z. B. *Z. Jujuba* mit 70 $\mu \times 8 \mu$) und fast immer glattwandig. In manchen Fällen, z. B. bei vielen *Rhamnus*- u. *Zizyphus*arten sind sie auch oft einmal durch eine Querwand geteilt, so daß zuweilen 2 Schichten von *P.-Z.* vorgetäuscht werden, während doch nur eine größere oder geringere Zahl von Zellen einer einzigen Schicht quergeteilt ist.

Das Schwammgewebe ist meist ziemlich locker gefügt und aus kurzen, gewöhnlich elliptischen — biskitförmigen Zellen gebildet, zwischen denen sich mehr oder weniger weite Lufträume hinziehen; bei *Reynosia* sind auch die Zellen des Schw.-G. sehr lang gestreckt, ohne jedoch palisadenartig angeordnet zu sein, wodurch ein sehr lockeres, gleichsam aus verzweigten Zellfäden gebildetes Schw.-G. zustande kommt. Beim typisch bifazialen Blatt sind P.-G. und Schw.-G. scharf voneinander getrennt. Anders liegen die Verhältnisse da, wo zur Streckung der Schwammgewebezellen noch eine palisadenartige Anordnung derselben kommt und das ganze Gewebe in seinen Zellen auf Kosten der intercellulären Räume vermehrt und zusammengedrängt wird. Ich bezeichne diese Ausbildung des Blattbaues als subzentrisch; es ist dabei immerhin noch ein deutlicher Unterschied zwischen P.-G. u. Schw.-G., wenigstens in ihren äußersten Schichten wahrzunehmen, während in der Mitte ein Übergang zwischen beiden durch sukzesive sich verkürzende Zellen vermittelt wird. Subzentrisch gebaute Blätter kommen ziemlich häufig vor, z. B. bei vielen *Zizyphus*arten. Dies führt uns über zum echt zentrischen Blattbau, der viel seltener ist und fast nur bei kleinen Blättern vorkommt. Hier folgen beiderseits auf die Epidermis gleichartige oder fast gleichartige Schichten von Pali-

sadenzellen, während in der Mitte ein bis mehrere, gelockerte, oft aber gleichfalls aus palisadenartig gestreckten Zellen bestehende Schichten liegen. Solche Blätter besitzen mehrere Arten der Abteilung *Cervispina* von *Rhamnus*, die monotypische Gattung *Microrhamnus*, *Condalia lycioides* und *lineata* und einige *Zizyphus*-Arten; oft geht damit das Vorkommen von Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten parallel, z. B. bei einigen *Rhamnus*- und *Zizyphus*-Arten.

Viel wichtiger als der allgemeine Blattbau, der doch innerhalb weiter Grenzen von äußeren Verhältnissen abhängig ist, sind die Differenzierungen einzelner Zellen des Gewebes, die mit der Bildung von schleimigen oder harzigen Sekreten und der Ablagerung von Gerbstoff und Kristallen oxalsauren Kalks zusammenhängen. In dieser Beziehung zeigen die verschiedenen Gattungen sehr verschiedenes Verhalten und erteilen uns dadurch systematisch außerordentlich wertvolle Aufschlüsse. Im allgemeinen sind die Zellen des Palisadengewebes viel mehr zu Differenzierungen geneigt, als die des Schw.-G.

Betrachten wir zunächst das P.-G. Bei *Condalia lineata* und *mexicana* kommen in der obersten P.-Schicht bedeutend erweiterte und verlängerte, glashelle Zellen vor, welche sich von den übrigen, z. T. reichlich Gerbstoff führenden Zellen scharf abheben. Es sind dies Zellen mit schleimigem Inhalt, welche hier die der Epidermis fehlende Verschleimung der Innenmembranen ersetzen. Nach Herauspräparieren einzelner solcher Zellen aus dem trockenen Blatt gelingt es, bei Untersuchung in Gummiguttwasser eine sehr starke Quellung derselben hervorzurufen: ist ihre Zellwand verletzt, was meist der Fall ist, so tritt der Schleim in großen, durchsichtigen Kuppen daraus hervor und bildet rings um die Zelle einen sehr ausgedehnten, hellen Hof; bei Zugabe von Alkohol ziehen sich die Kuppen wieder langsam zurück, ohne jedoch eine Schichtung erkennen zu lassen, woraus wahrscheinlich wird, daß es sich hier nicht um Membranschleim, sondern um Inhaltsschleim handelt.

Bei eben denselben *Condalia*-Arten und bei *Phyllogeiton discolor* ist eine große Zahl von Palisadenzellen zu besonderen Gerbstoffspeichern geworden, die sich durch ihre bedeutendere Weite und gewöhnlich auch Tiefe sofort von den übrigen P.-Z. unterscheiden lassen; auch diese sind systematisch recht wertvoll, da sie in der Tribus der *Zizypheen* nur bei *Phyllogeiton* und den beiden sich sehr nahe stehenden *Condalia*-Arten gefunden werden. Andere Gerbstoff führende, nicht erweiterte Zellen mit schwach sklerosierten Wandungen, die sich in ihrer Form und Größe kaum von den übrigen P.-Z. unterscheiden, zeichnen die Gattungen *Maesopsis* und *Rhamnella* aus. Zellen mit gerbstoffhaltigem Schleim, die also eine Vereinigung der beiden beschriebenen Zellarten darstellen und von Gemoll bei *Talguenea* und *Discaria* beobachtet worden sind, kommen bei den von mir untersuchten Gattungen nicht vor.

Viel häufiger und weiter verbreitet als Schleimzellen und

Gerbstoffbehälter sind kristallführende Zellen im P.-G. Dieselben sind stets sehr dünnwandig und richten sich in ihrer Größe fast vollständig nach den Kristalleinschlüssen, d. h. sie wachsen mit ihnen. Ihrem Ursprung nach gehören sie immer der obersten Palisadenschicht an, können aber zuweilen, z. B. bei *Karwinskia*, bei sehr starkem Wachstum des Kristalls das ganze P.-G. durchsetzen und sogar noch ins Schw.-G. vorragen; oft greifen sie mit ihrer Spitze auch zwischen 2 Epidermiszellen ein, erreichen jedoch nie die Blattoberfläche. Sie unterscheiden sich nach ihrem Inhalt in Zellen mit Kristalldrusen und solche mit Einzelkristallen. Auf diese Unterschiede komme ich aber erst bei den Kristallverhältnissen zu sprechen.

Im Schwammgewebe finden wir in einem einzigen Fall, bei *Zizyphus celdidifolia*, Zellen einer ausgesprochenen Mittelschicht als Schleimzellen ausgebildet; dieselben erreichen eine ganz außerordentliche Größe, schwellen blasenförmig an und liegen einzeln oder zu wenigen aneinander gereiht an der Grenze zwischen Palisaden- und Schwamm-Gewebe. Sie enthalten ein schleimiges Sekret und sind infolge ihrer Durchsichtigkeit, ihres Glanzes und ihrer Größe in Querschnitten sowohl als in Flächenschnitten leicht aufzufinden. Auf ihren systematischen Wert habe ich bei Besprechung der Gattung *Zizyphus* hingewiesen.

Fast noch merkwürdiger als diese Schleimzellen sind die sowohl im Schw.-G. als auch im Kollenchym der Nerven bei *Karwinskia* und *Rhamnidium* auftretenden Sekreträume mit harzigem, dunkelgefärbtem Inhalt. Dieselben besitzen ein mehrschichtiges Epithel aus flach gedrückten Zellen, deren innerste Lage fingerförmige Fortsätze in den Sekretraum ausstreckt. Auf eine nähere Beschreibung kann ich hier verzichten, da sich eine solche bei Besprechung der Gattung *Karwinskia* findet. Nur auf die merkwürdige Übereinstimmung dieser Sekreträume bei beiden genannten Gattungen und ihre Ähnlichkeit mit solchen einiger *Dalbergieen* (*Lonchocarpus glabrescens* und anderer) möchte ich hier schon hingedeutet haben.

Schließlich ist noch der hypodermartigen Bildungen zu gedenken, die wir als charakteristisch für die Gattung *Sarcomphalus* kennen lernen werden, und die in anderer Form, als Verstärkungsgewebe des Blattrandes, bei *Rhamnus Alaternus* auftreten. Die Hypodermzellen von *Sarcomphalus* sind meist in einer einzigen, selten in 2 Schichten angeordnet und kommen den Epidermiszellen in der Form ziemlich nahe, meist sind sie jedoch etwas größer und besitzen schwach verdickte Wände. Bei *Rh. Alaternus* ist das hypodermartige Verstärkungsgewebe allein auf den Blattrand beschränkt und besteht dort aus mehreren Schichten sehr dickwandiger Zellen, die den ganzen Winkel zwischen oberer und unterer Epidermis in einer Tiefe von ungefähr 4 Zellen ausfüllen. Endlich besitzt *Microrhamnus* ein Hypoderm aus schleimführenden Zellen mit kollenchymatisch verdickten Wänden, auf welches in der Gattungsbeschreibung von *Microrhamnus* näher einzugehen sein wird.

Nerven.

Eingebettet im Diachym verlaufen die Leitungsbahnen der Gefäßbündel in reichverzweigtem Netz und zahllosen Anastomosen. Nach der Anordnung der Haupt- und Seitennerven 1. Ordnung können wir bei den hier zur Behandlung gelangenden Gattungen 2 Grundtypen unterscheiden: 1) das tripli-quintuplinerve Blatt, bei welchem der Gefäßbündelstrang des Blattstieles nach Eintritt in die Blattspreite sich sehr bald in 3—5 gleichwertige Nervenstränge spaltet, und 2) das fiedernervige Blatt, welches von einem Hauptnerven mit fiederig sich abzweigenden Seitennerven durchzogen ist. Die erstere Form ist charakteristisch für die Gattungen *Paliurus* (triplinerv) und *Zizyphus* (tripli-quintuplinerv), tritt aber auch bei *Sarcomphalus crenatus* und *reticulatus* auf. Alle anderen Gattungen besitzen ausgesprochen fiedernervige Blätter. Aber nicht nur im Verlauf dieser größten Nerven sind erhebliche Verschiedenheiten zu bemerken, auch die kleineren und kleinsten Nerven (Venen) sind sehr wechselnd angeordnet. Eine sehr häufig wiederkehrende, besonders für die Tribus der *Ventilagineen* charakteristische, aber auch bei den *Zizypheen* hin und wieder auftretende Anordnung derselben ist die, daß sämtliche gröberen Venen senkrecht zum Mittelnerven verlaufen und dadurch dem Blatt eine zarte Querstreifung verleihen; zwischen ihnen sind dann die letzten Auszweigungen der Venen als feines Netzwerk verteilt.

Im Bau der einzelnen Nerven ist natürlich ein großer Unterschied zwischen den stärksten und den schwächsten; es wurden daher, um vergleichbare Daten zu erhalten, stets die Seitennerven 1. Ordnung, beim 3—5plinerven Blatt ein seitlicher der 3—5 Hauptnerven und nur bei sehr kleinen Blättern mit stark reduzierter Spreite, so bei *Condalia lycioides* und *Microrhamnus ericoides*, an ihrer Stelle der Mittelnerv untersucht; im übrigen wurde auch auf den Bau der kleineren und kleinsten Nerven und auf deren Lagebeziehungen zum Mesophyll geachtet, wobei manche für ganze Gattungen und sogar Triben *(Ventilagineen)* konstante Verhältnisse nachgewiesen werden konnten. Fast stets sind die Seitennerven 1. Ordnung durchgehend, d. h. ihr Gewebe ist beiderseits in Verbindung mit der Epidermis, oder mit anderen Worten, das assimilierende Gewebe ist durch die Seitennerven 1. Ordnung in seinem Zusammenhang unterbrochen. Sehr häufig trifft dies auch für die Seitennerven 2. und sogar 3. Ordnung zu, und bei *Reynosia* und *Sarcomphalus* sind sogar alle, auch die kleinsten Nerven durchgehend. Die seltenen Fälle, in denen selbst Seitennerven 1. Ordnung von Assimilationsgewebe überdeckt sind, wurden jeweils hervorgehoben; dies kommt namentlich bei einigen *Rhamnus*-Arten vor, so bei *Rh. Alaternus, microphylla* und *diffusa*. Die kleinsten Nerven sind in der Regel eingebettet und vielfach auf die untere Blattseite verlegt; bei den *Ventilagineen* jedoch behaupten sie sich an der Grenze von Palisaden- und Schwammgewebe.

An jedem Nerven des Blattes können wir 2 Teile unterscheiden 1) die Leitungsbahnen des Gefäßbündels, 2) das mechanische Gewebe, als Parenchym, Kollenchym (in welchem vielfach Schleimgänge auftreten) oder Sklerenchym ausgebildet, welches stets das Gefäßbündel umhüllt und teilweise auch stoffleitende Funktionen versieht; so dienen bekanntlich die Parenchymscheiden zur Fortleitung der im Blatt gebildeten Assimilate, der Kohlehydrate.

Jeder Nerv enthält ein kollaterales Gefäßbündel, welches jedoch bei allen Gattungen so gleichförmig ausgebildet ist, daß ihm ein systematischer Wert abgesprochen werden muß. Auffallend ist nur die absonderlich starke, fast bis zum Schwunde des Lumens führende Verdickung der Elemente des Holzteils von *Condalia lineata*, welche im Querschnitt kaum mehr von Sklerenchymfasern zu unterscheiden sind.

Viel mannigfaltiger dagegen sind die das Gefäßbündel stets begleitenden mechanischen Gewebe differenziert. Sehr häufig springen die stärkeren Nerven auf der Blattunterseite, seltener auch oberseits, halbzylindrisch oder etwas kantig vor; diese ganzen hervorspringenden Teile bestehen aus mechanischem Gewebe, welches hier stets als Kollenchym ausgebildet ist und den Raum zwischen Gefäßbündel und Epidermis ausfüllt; auch wo die Nerven nicht vorspringen, z. B. bei *Reynosia* und *Emmenospermum*, wird die Verbindung der größeren Nerven mit der Epidermis durch Kollenchym hergestellt. Seine Elemente können mehr oder weniger stark verdickt sein; gewöhnlich nimmt die Dicke der Wandungen gegen die Peripherie hin zu; häufig sind sowohl Quer- als Längswände getüpfelt. Oberseits ist das Kollenchym immer bedeutend schwächer entwickelt; es setzt hier mit einem sehr schmalen Streifen am Gefäßbündel an und verbreitert sich bis zum Kontakt mit der Epidermis fächerartig; bei *Reynosia septentrionalis* geht diese Verbreiterung so weit, daß überall da, wo zwei Nerven näher beisammen liegen, die Fächerzonen derselben sich gegenseitig berühren und so eine Art Hypoderm bilden. Bei den kleineren Nerven ist das Gewebe, welches die Verbindung mit der Epidermis herstellt, meist nicht mehr kollenchymatisch ausgebildet; hier sind es in der Regel stark im Sinne des Gefäßbündels gestreckte, schwach verdickte, aber oft getüpfelte Zellen, die eine Mittelstufe zwischen Parenchym und Kollenchym darstellen. Bei den *Zizyphus*-Arten aus der Verwandtschaft von *Z. Jujuba* finden wir die kleineren Nerven oberseits mit der Epidermis durch eigentümlich differenzierte Palissadenzellen verbunden, die sich durch das Fehlen von Chlorophyll, schwache Sklerosierung der Wände und bedeutende Höhe (80—90 μ bei *Z. Jujuba*) auszeichnen, dabei aber mit 10 μ kaum breiter sind als die übrigen Palisadenzellen; sie sind für diese Gruppe von *Zizyphus* sehr charakteristisch. Noch ist zu erwähnen, daß gerade die Begleitzellen der Nerven (besonders der kleineren) oft sehr reich an Kristalleinschlüssen sind, doch wird das Nähere bei den Kristallverhältnissen zu besprechen sein.

Außer diesem Verbindungsgewebe mit der Epidermis besitzt aber jedes Gefäßbündel noch eine Scheide aus meist dünnwandigen Zellen, welchen die Fortleitung der Kohlehydrate zufällt. Bei sehr vielen sind die Zellen dieser Scheide wenig differenziert, meist sind sie parenchymatisch und etwas in der Richtung des Gefäßbündels gestreckt, zuweilen aber auch undeutlich sklerenchymatisch und getüpfelt, so bei vielen *Zizyphus*-Arten. Als echte Parenchymscheide habe ich dieselbe nur dann bezeichnet, wenn sich ihre Zellen durch besondere Weite und Dünnwandigkeit auszeichneten; dies ist besonders der Fall bei der Subsektion *Cervispina* von *Eurhamnus*, bei *Condalia* und *Krugiodendron*, während der den beiden letzteren nahe verwandte *Microrhamnus* eine kollenchymatische Gefäßbündelscheide besitzt; auch die beiden eigenartigen *Zizyphus*-Spezies: *Z. oblongifolia* und *Mistol* sind durch eine weitzellige Parenchymscheide ausgezeichnet.

In der Regel sind die Zellen der Parenchymscheiden außerordentlich reich an einem gerbstoffartigen Inhalt, der übrigens häufig auch im Kollenchym der Nerven und sogar im Weichbast angetroffen wird; wo jedoch die Parenchymscheide sehr weitzellig ist, tritt derselbe besonders deutlich hervor, so daß dann die Nerven als deutliche braune Stränge sich vom grünen Blatt abheben, so besonders bei *Rhamnus oleoides*.

Sehr weit verbreitet und sogar für die Tribus der *Ventilagineen* charakteristisch ist die Sklerenchymscheide. Dieselbe besteht in ihrer typischen Ausbildung aus sehr stark verdickten, sklerenchymatischen Elementen, die, an den Bastteil anschließend, das Gefäßbündel auf der Unterseite umfassen; sie ist meist offen, d. h. sie legt sich nicht um das ganze Gefäßbündel herum, sondern läßt dasselbe meist oberseits frei. Eine offene Sklerenchymscheide findet sich, wie erwähnt, bei allen *Ventilagineen*, bei einer Gruppe amerikanischer *Zizyphus*-Arten aus der Verwandtschaft von *Z. Joazeiro* und vereinzelt auch bei einigen anderen, grobnervigen *Zizyphus*-Arten, bei *Sarcomphalus*, bei einigen *Berchemia*-Arten, *Lamellisepalum* sowie *Rhamnus diffusa* und *microphylla*. Eine fast geschlossene, oben und unten fast bis zur Epidermis reichende Sklerenchymscheide, welche nur auf den Seiten mit schmalen Durchlaßstreifen versehen sind, treffen wir bei *Reynosia septentrionalis*, *Krugii* und *uncinata*, während sie bei *R. Guama* und *Northropiana* bedeutend schwächer (in kleineren Gruppen) aber doch beiderseits des Gefäßbündels entwickelt ist; auch sind die einzelnen Zellen bei den letzteren trotz sklerenchymatischer Verdickung noch ziemlich weitlumig und reich an Gerbstoff.

Die Sklerenchymscheide, welcher hauptsächlich mechanische Funktionen obliegen, findet sich in der Regel nur bei den Seitennerven 1. Ordnung, doch ist sie bei *Ventilago* auch noch bei denen 2. Ordnung, freilich schwächer, vorhanden, und bei *Reynosia septentrionalis*, *Krugii* und *uncinata* kommt sie allen Nerven ohne Ausnahme zu.

Die Schleimgänge endlich, welchen ein so hoher, systematischer Wert dadurch zukommt, daß sie in der Familie der *Rhamneen* weit verbreitet sind und meist ganze Gattungen auszeichnen, verlaufen fast stets im Kollenchym der stärkeren Nerven (d. h. der Hauptnerven und Seitennerven 1. Ordnung) und treten nur höchst selten (so bei *Reynosia Northropiana* und *Dallachya*) auch in die Seitennerven 2. Ordnung ein. Sie ziehen gewöhnlich zu mehreren nebeneinander, selten (bei *Dallachya*) in Einzahl, und sind öfters unterbrochen; meistens bleiben sie auf die Unterseite beschränkt, doch kommt bei *Zizyphus calophylla* und *funiculosa* und bei *Rhamnus capreaefolia* ein einzelner Schleimgang auch in der Mitte über dem Gefäßbündel vor. Sie sind meist ziemlich weit (40—60 μ im Durchmesser und mehr), können aber auch ziemlich eng sein (so bei *Phyllogeiton*) und entbehren stets eines eigenen Epithels; sie sind schizolysigener Entstehung. Schleimgänge finden sich im Kollenchym bei folgenden Gattungen: *Ventilago*, *Paliurus*, bei fast allen *Zizyphus*-arten, vereinzelt bei *Condalia* und *Reynosia*, bei *Karwinskia*, *Rhamnidium*, *Berchemia*, *Phyllogeiton*, *Dallachya*, *Rhamnella*, *Frangula (Rhamnus)* und *Emmenospermum*. Bei *Maesopsis* treffen wir neben den gewöhnlichen Schleimgängen im Kollenchym noch sehr weitlumige Schleimgäuge im Weichbast, wodurch sich diese Gattung vor allen andern auszeichnet.

Der Sekreträume im Kollenchym der Nerven von *Karwinskia* und *Rhamnidium*, welche in ihrem Bau vollkommen mit jenen im Schwamm-Gewebe übereinstimmen, sich jedoch durch kurz spindelförmige Gestalt auszeichnen, ist schon oben gedacht worden.

Kristalle.

Fast alle Blätter besitzen in einzelnen oder zahlreicheren Zellen als Einschluß größere oder geringere Mengen von oxalsaurem Kalk, welchen die Pflanze in Kristallform ausscheidet und dadurch die beim Stoffwechsel als Nebenprodukt entstehende Oxalsäure bindet und unschädlich macht. Nach Kny[1]) hängt es von der Konzentration der Lauge ab, ob der oxalsaure Kalk nach dem tetragonalen oder monosymmetrischen (klinorhombischen) System auskristallisiert. Hier kommt es namentlich darauf an, ob derselbe in Drusen oder in Einzelkristallen abgelagert ist; die Einzelkristalle sind bei den *Rhamneen* stets klinorhombisch.

Als Ort der Ablagerung kommen sämtliche Zellen, die sich am Blattaufbau beteiligen, in Betracht, mit Ausnahme des Holzteiles und der Sklerenchymfasern; wir finden nämlich Kristalle im Palisaden- und Schwammgewebe, im Kollenchym und Parenchym der Nerven, im Weichbast und schließlich sogar in Zellen der Epidermis, ein fast regelmäßiges Vorkommen bilden sie in den Begleitzellen der Nerven, seien sie nun parenchymatisch oder kollenchymatisch, sehr häufig auch im Weichbast. Es

[1]) Kny, Berichte der deutsch. bot. Gesellschaft 1887. S. 387.

kommen da sowohl Drusen als auch Einzelkristalle zuweilen in solcher Menge vor und beiderseits oder sogar rings um des Gefäßbündel, daß dasselbe ganz von Kristallen übersät erscheint. Als eine Regel, freilich mit öfteren Ausnahmen, gilt, daß überall da, wo Sklerenchym, namentlich aber eine wohlausgebildete Sklerenchymscheide vorkommt, der oxalsaure Kalk in Einzelkristallen (von geringer Größe) auftritt, während Nerven ohne Sklerenchym gewöhnlich nur mit Drusen versehen sind. Beispiele für ersteres Verhalten bieten *Ventilago* und *Smythea*, außerdem die amerikanischen *Zizyphus*-Arten aus der Verwandtschaft von *Z. Joazeiro* und besonders die Gattung *Berchemia*, wo von Art zu Art bei Vermehrung der Sklerenchymelemente ein sukzessives Zunehmen der Einzelkristalle zu beobachten ist. Bei anderen dagegen, z. B. *Zizyphus celtidifolia*, kommen Einzelkristalle über und unter den Nerven vor, ohne daß Sklerenchym vorhanden wäre, während bei *Zizyphus Horsfieldii* und *abyssinica* trotz deutlich entwickelter Sklerenchymscheide nur Drusen in Begleitung der Nerven gefunden werden. Kleinere und mittelgroße Drusen sind überhaupt eine sehr gewöhnliche Erscheinung in der Nähe der Nerven und kommen bei fast allen Arten, wo sie nicht durch Einzelkristalle ersetzt werden, vor. Sie sind es auch fast ausschließlich, die in kleinsten Individuen die einzige Kristallführung des Weichbastes ausmachen, indessen nur äußerst selten kleinste Einzelkrystalle auch hier zu finden sind (so bei *Berchemia floribunda*, *Karwinskia Humboldtiana* und *sessilifolia*). Seltener sind die Fälle, wo die Nerven jeglicher Kristallbegleitung entbehren, so bei *Zizyphus apetala*, *Rhamnus alnifolia*, *graeca*, *buxifolia*, *infectoria*, *parvifolia* u. a.

Während bei vielen Arten die Kristalle auf die Umgebung der Nerven beschränkt sind, finden sie sich bei andern oft unregelmäßig im Schw.-G. zerstreut; sie sind hier stets nur als größere Drusen ausgebildet und, wenn sie in bedeutender Zahl auftreten, meist für Arten charakteristisch, so für *Rhamnus Alaternus*, *prinoides*, *nipalensis* und *Wightii*. Seltener finden wir Drusen von sehr geringer Größe in gewöhnlichen Palisadenzellen, die durch die Kristallführung durchaus nicht in Form oder Funktion gestört erscheinen; so finden sich zahlreiche kleine Kristalldrusen in Palisadenzellen von *Zizyphus rotundifolia*, *Jujuba* und *Lotus*, aber noch seltener sind in dieser Art des Vorkommens kleinste Einzelkrystalle, wie wir sie als winzige Hendyoëder zu mehreren übereinander in P.-Z. von *Ventilago*, besonders *V. maderaspatana* beobachten können.

Eine ungleich größere Bedeutung als die bisher besprochenen Kristallvorkommnisse besitzen aber diejenigen Drusen und Einzelkristalle, welche in ihrem Auftreten an Zellen der (meist obersten) Palisadenschicht gebunden sind, und mit deren außerordentlicher Größe eine Erweiterung der sie umschließenden Zellmembran verbunden ist: so erhalten wir inmitten der typisch gestalteten P.-Z. sehr große, fast isodiametrische (bei Drusen) oder im Querschnitt des Blattes annähernd spindelförmige (bei Einzelkristallen)

Idioblasten, die durch ihr konstantes Vorkommen bei ganzen Gattungen oder größeren Gruppen von Arten innerhalb solcher eine systematisch wichtige Rolle spielen. Sie rufen häufig durchsichtige Punkte hervor und wurden in dieser Eigenschaft von Blenk[1]) schon für eine Reihe von Gattungen erwähnt. Wie schon Gemoll erwähnt, liegt die Zellmembran dem Kristall meist eng an: besonders ist dies der Fall bei Drusen, während bei Einzelkristallen häufig über der nach oben gerichteten, scharfen Kristallkante noch ein freier Zellraum zu beobachten ist, der sich oft zwischen die Epidermiszellen hineinschiebt.

Große Kristalldrusen im Pal.-G. sind charakteristisch für *Eucondalia*, *Krugiodendron* und für die Gruppen *Alaternus* und *Espina* von *Rhamnus*. Sie sind meist in regelmäßigen Abständen durch das P.-G. zerstreut und mit Ausnahme von *Alaternus* auf die oberste Schicht beschränkt.

Große citrusartige Einzelkristalle, die stets als kurze, klinorhombische Prismen von zuweilen ganz bedeutender Größe ausgebildet sind — sie zeigen einen rhombischen Querschnitt und sind, von der Fläche gesehen, kurz rechteckig — finden sich als Gattungs- oder Gruppenmerkmal bei *Karwinskia*, *Rhamnidium* und der Abteilung *Cervispina* von *Rhamnus*, während die 3 Arten von *Espina*: *Rh. costata*, *nipalensis* und *Wightii*, welche gleichfalls große Einzelkristalle besitzen, daneben aber auch zahlreiche große Drusen, sich als eine anatomische Mittelgruppe zwischen *Espina* und *Cervispina* erweisen. Sehr merkwürdig ist auch das sporadische Auftreten großer Einzelkristalle bei *Reynosia Northropiana*, während sie sonst der ganzen Gattung fehlen dürften und auch bei den anatomisch ähnlich gebauten *Sarcomphalus*-Arten vermißt werden.

Die Auffassung dieser großen Einzelkristalle als Durchleuchtungsprismen für die Palisadenschichten mag auf den ersten Blick recht plausibel erscheinen, und für manche Fälle kann sie auch zutreffen, daraus aber eine Verallgemeinerung ziehen zu wollen, halte ich entschieden für verfehlt. Eine Durchleuchtung des assimilatorischen Gewebes wird doch nur dann von Nutzen sein, wenn der Pflanze ohne sie das nötige Licht zu einer ausgiebigen assimilatorischen Tätigkeit fehlt, d. h. sie ist eigentlich nur bei Pflanzen des tiefsten Schattens zu erwarten, welche auf eine vollkommene Ausnützung der zu Gebote stehenden Lichtmenge angewiesen sind. Prüfen wir aber unsere Arten mit Einzelkristallen im Pal.-G. genauer auf ihre Standortsverhältnisse, so stellt sich heraus, daß es gerade meistenteils exquisite Sonnenflanzen sind, so besonders die Gruppe *Cervispina* von *Rhamnus*, deren Vertreter schon durch die häufige Reduktion ihrer Blattspreite auf einen sonnigen, trockenen Standort schließen lassen; mit obiger Deutung ist es also in diesem Fall übel bestellt. Man wird mir vielleicht entgegenhalten können, gerade die Reduktion der Blattspreite und damit des assimilatorischen

[1]) Blenk, Die durchsichtigen Punkte der Blätter. Flora. (1884.)

Gewebes fordre zu einer möglichst vollkommenen Ausnützung desselben auf, und deshalb sei eine stärkere Durchleuchtung von Vorteil; aber auch dieser Einwand wird hinfällig, wenn wir z. B. *Karwinskia* und *Rhamnidium* betrachten, deren Blätter im Vergleich zu denen anderer *Rhamneen* durchaus nicht reduziert erscheinen, trotzdem aber Einzelkristalle in Menge enthalten. Andererseits besitzen gerade sehr kleinblättrige Formen, wie *Condalia* und *Microrhamnus* keine Einzelkristalle, und die bei *Condalia* häufigen Drusen können auch nicht als Durchleuchtungskristalle gedeutet werden, da durch die vielen kleinen Kriställchen die Lichtstrahlen nur unzähligemale gebrochen und nach allen Seiten reflektiert werden, wobei aber die wenigsten ins Pal.-G. gelangen. Vielmehr halte ich nach allen vorliegenden Beobachtungen, besonders nach der merkwürdigen Konstanz ihres Auftretens bei morphologisch, aber nicht biologisch scharf unterschiedenen Gruppen, wie sie die Gattungen *Karwinskia*, *Rhamnidium* und *Rhamnus* darstellen, die Einzelkristalle für ein erbliches Merkmal innerhalb gewisser Gattungen, welches daher systematisch sehr wertvoll ist. Wenn durch sie gelegentlich bei Schattenpflanzen eine durchleuchtende Wirkung und dadurch gesteigerte Assimilation erreicht wird, so ist dies zweifellos nur eine, teleogisch gesprochen, unbeabsichtigte Nebenerscheinung, die allerdings biologisch ein gewisses Interesse beansprucht.

Noch müssen die eigentümlichen, kleinen Einzelkristalle erwähnt werden, welche bei *Ventilago leiocarpa* meist in gepaarten, aus einer einzigen durch nachträgliche Teilung entstandenen Epidermiszellen eingeschlossen sind. Dieselben kommen auf beiden Blattseiten vor und sind deshalb von größtem Interesse, weil dies der einzige bekannte Fall ist, wo bei den *Rhamneen* Kristalle auch in der Epidermis gefunden werden.

I. Tribus. *Ventilagineae.*

Soviel aus der Untersuchung der beiden Gattungen *Ventilago* und *Smythea* hervorgeht, gibt es für die Tribus der *Ventilagineen* einige durchgehende, anatomische Charaktere, die z. B. bei den *Zizypheen* und *Rhamneen* nicht gefunden werden oder wenigstens nur selten in dem einen oder andern Fall auftreten, so daß das Querschnittsbild des Blattes irgend einer *Ventilaginee* stets leicht als solches zu erkennen ist. Es liegt dies in erster Linie an dem eigentümlichen Bau der Blattnerven. Die Blätter sind stets fiedernervig und durch den zum Hauptnerv senkrechten Verlauf der Venen regelmäßig quergestreift. Nur die Seitennerven 1. Ordnung sind durchgehend; sie besitzen eine typische, aus sehr dickwandigen Elementen gebildete, oben offene Sklerenchymscheide und sind außerdem von einer Schicht dünnwandiger, ziemlich weitlumiger Zellen umhüllt, die stets reichlich Gerbstoff führen. Die kleineren Nerven (Venen) dagegen sind immer eingebettet und besitzen eine Hülle von schwach verdickten, gleichfalls Gerbstoff führenden Zellen. Alle Nerven

sind von zahlreichen kleinen Einzelkristallen begleitet. Dazu kommt die Einförmigkeit der Epidermiszellen, die stets ziemlich flach sind und schwach gebuchtete Seitenwände besitzen. Bei *Ventilago* sind ihre Innenmembranen zwar z. T. verschleimt, doch werden sie nie so tief, wie die verschleimten Epidermiszellen der *Zizypheen*-Gattungen, wo meist eine deutliche Einsenkung ins P.-G. zu beobachten ist. Im übrigen ist die Tribus besonders durch negative Merkmale ausgezeichnet. Es kommen weder große Einzelkristalle, noch Sekreträume, noch auch innere Schleimzellen oder besondere, erweiterte, Gerbstoff führende Palisadenzellen vor. Der Blattbau ist bifazial; die Spaltöffnungen sind auf die Blattunterseite beschränkt und durchschnittlich sehr klein (vergl. die Tabelle im Allg. Teil).

Die beiden Gattungen unterscheiden sich anatomisch sehr gut.

1. *Ventilago.* Epidermis verschleimt; Schleimgänge im Kollenchym der Nerven vorhanden.
2. *Smythea.* Epidermis nicht verschleimt; Schleimgänge fehlen.

Ventilago.

Die Untersuchung der 3 im Münchner Herbarium vorhandenen Arten ergab folgende bemerkenswerte Verhältnisse.

Der Blattbau ist durchweg bifazial; das Gewebe setzt sich zusammen aus 1—3 Schichten kürzerer oder längerer Palisaden und mehreren Schichten ziemlich geschlossenen Schwammgewebes, das in seiner untersten Schicht zuweilen fast palisadenartig wird. Die größeren Nerven sind stets durchgehend und unterseits stark vorspringend, mit kräftig entwickelter, oben offener Sklerenchymscheide versehen und außerdem von dünnwandigen, etwas in der Längsrichtung der Nerven gestreckten, parenchymartigen Zellen umgeben, die als Gerbstoffspeicher dienen und oft Einzelkristalle enthalten; das Kollenchym dieser großen Nerven ist stets reichlich und stark entwickelt und bei *V. maderaspatana* und *leiocarpa* von Schleimgängen durchzogen, die jedoch enger und nicht so zahlreich als in der Tribus der *Zizypheen* sind. Die kleineren Nerven (Venen) sind stets vollkommen eingebettet und ebenso wie die stärkeren von Sklerenchymelementen und gerbstoffführenden dünnwandigen Zellen begleitet; nur die allerschwächsten sind frei von Sklerenchym. Dabei sind alle Nerven von äußerst zahlreichen Einzelkristallen begleitet und oft wie mit Kristallen gepflastert[1]; sehr kleine Einzelkristalle kommen auch, bald häufiger, bald seltener, in den Palisadenzellen vor, nur bei *V. leiocarpa* außerdem in gepaarten Zellen der Epidermis; Drusen im Mesophyll sind äußerst selten und nur vereinzelt. Was nun die Epidermiszellen betrifft, so sind sie bei den untersuchten Arten sowohl auf Ober- als Unterseite des Blattes schleimführend, doch dehnt sich die Verschleimung nicht über alle Zellen aus;

[1]) Solereder, Systemat. Anatomie der Dicotyledonen. 1899. pag. 248.

die Seitenwände der meist mittelgroßen, undeutlich polygonalen Zellen sind dünn oder wenig verdickt, entweder gerade oder schwach gebuchtet, bei *V. leiocarpa* sehr stark geschlängelt und getüpfelt, wodurch sich diese Art neben dem Vorkommen von Kristallen in der Epidermis besonders auszeichnet. Die Kutikula ist stets ziemlich stark und glatt. Haare treten meist nur vereinzelt auf und sind nicht charakteristisch, weder für die Gattung, noch für einzelne Arten (bei *V. maderaspatana* können z. B. Haare vorkommen oder fehlen); sie sind stets einzellig und ziemlich dickwandig. An Gerbstoff sind die Blätter meist ziemlich reich: er findet sich hauptsächlich in den parenchymartigen Begleitzellen der Nerven und im Kollenchym.

Ventilago maderaspatana Gaertn.

1. Metz ed. Hohenacker anno 1849. Mangalor.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. mittelgroß, beiderseits mit deutlich buchtigen, unverdickten Seitenwänden, oberseits größer, mit wenig verdickter Außenwand, fast ausnahmslos verschleimt. — P.-G. 2schichtig, glattwandig, innere Schicht bedeutend kürzer. — Schw.-G. locker, gegen die untere Epidermis geschlossener. — Größere Nerven durchgehend, kleinere eingebettet, beide mit oben offener Sklerenchymscheide und außerdem von dünnwandigen, parenchymatischen, gerbstofführenden Zellen umgeben. Unter den größeren Gefäßbündeln spärliche Schleimgänge. — Gerbstoff in Begleitung der Nerven und in der an die Palisaden stoßenden Schicht des Schwammgewebes reichlich. — Kleine Einzelkristalle in Begleitung der Nerven sehr zahlreich, kleinste Einzelkristalle in Zellen des P.-G. häufig. — Haare äußerst spärlich, nur unterseits an den Nerven, einzellig, lang, dickwandig.

2. Hügel anno 1839. India orientalis.

Blttb.: bifazial — subzentrisch. — Ep.-Z. mit weniger buchtigen, fast geraden Seitenwänden, flacher. — P.-G. 2schichtig. — Schw.-G. fast geschlossen, in den äußersten Schichten fast palisadenähnlich und chlorophyllreich. — Größere Nerven unterseits sehr stark vorspringend. — Haare beiderseits beobachtet, aber spärlich. — Sonst wie vorige.

3. Hook fil. et Thoms. Herb. ind. leg. Stocks, Law etc. Concan.

Blttb.: bifazial — subzentrisch. — Ep.-Z. mit deutlich buchtigen Seitenwänden. — P.-G. 2schichtig, P.-Zellen ziemlich kurz. — Schw.-G. ziemlich geschlossen, in den äußersten Schichten fast palisadenähnlich und chlorophyllreich. — Haare beiderseits, besonders unten zahlreich. — Sonst wie vorige.

Ventilago bombaiensis Dalz.

Coll. Stocks, Law. Malabar, Concan.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. mittelgroß, polygonal, mit fast geraden, sehr schwach verdickten Seitenwänden, oberseits bedeutend größer, mit kaum verdickter Außenwand, in Mehrzahl verschleimt. — P.-G. 2—3schichtig, glattwandig, aus kurzen, schmalen, undeutlich geschichteten Zellen bestehend. — Schw.-G. ziemlich locker, großzellig, gegen die untere Epidermis geschlossen und kleinzellig. — Größere Nerven durchgehend, kleinere eingebettet, beide mit offener, ziemlich stark entwickelter Sklerenchymscheide, außerdem von dünnwandigen, parenchymatischen, Gerbstoff führenden Zellen umgeben. — Schleimgänge konnten nicht beobachtet werden. — Gerbstoff in Begleitung der Nerven und im lockerzelligen Schw.-G. reichlich. — Kleine Einzelkristalle in Begleitung der Nerven spärlich, kleinste Einzelkristalle im Weichbast und in den P.-Z. häufig; Drusen finden sich nur ganz vereinzelt im Gewebe. — Haare fehlen vollkommen.

Ventilago leiocarpa Benth.

Griffith, Distrib. Kewensis Nr. 2026. Birma u. H.-Indien.

Blttb.: bifazial — zubzentrisch. — Ep.-Z. mittelgroß, beiderseits ziemlich gleich, verschleimt, mit buchtig-geschlängelten, dünnwandigen Seitenwänden, in deren Ausbuchtungen die verdickte Außenwand von zahlreichen schiefen Tüpfeln durchbrochen ist. Von dieser starken Buchtung und Tüpfelung sind jedoch die um die Spaltöffnungen und über den größeren Nerven befindlichen Zellen ausgenommen. Sehr bemerkenswert ist das Vorkommen von kleinen Einzelkristallen in gepaarten, kleinen Epidermiszellen (beider Seiten), die aus der Querteilung einer gewöhnlichen Epidermiszelle hervorgegangen sind; dieselben sind außerordentlich zahlreich und sehr charakteristisch. Es ist das meines Wissens das einzige bei *Rhamneen* beobachtete Auftreten von Kristallen in Epidermiszellen. — P.-G. 2schichtig, glattwandig. Zellen ziemlich kurz. — Schw.-G. locker, gegen die untere Epidermis geschlossen, fast palisadenartig. — Größere Nerven durchgehend, kleinere eingebettet, beide mit offener, ziemlich gut entwickelter Sklerenchymscheide, außerdem von dünnwandigen, parenchymatischen, gerbstoffführenden Zellen umgeben. — Unter den größeren Gefäßbündeln spärliche Schleimgänge. — Gerbstoff wie bei den vorigen reichlich. — Kleine Einzelkristalle in Begleitung der Nerven häufig, kleinste Einzelkristalle in den Palisaden sehr spärlich. — Haare fehlen vollkommen.

Smythea.

In dieser Gattung sind zwei Verhältnisse besonders hervorzuheben: 1. das Fehlen epidermaler Verschleimung, 2. das Fehlen

der Schleimgänge unter den Gefäßbündeln, wodurch sie scharf von *Ventilago* unterschieden ist. Sie zeigt außerdem in allen übrigen Punkten eine so weite Übereinstimmung ihrer 3 Arten, daß die anatomische Untersuchung zu ihrer Unterscheidung nur wenig beizutragen vermag.

Der Blattbau ist stets bifazial: dabei kann das Schwammgewebe entweder wohl differenziert sein oder aus palisadenartigen, etwas gelockerten Zellen bestehen; doch ist es meist ziemlich geschlossen; das Palisadengewebe 1—2 schichtig. Die nie verschleimten Epidermiszellen sind mehr oder weniger deutlich polygonal, ungefähr ebenso tief als breit und mit geraden oder etwas verbogenen, zuweilen geschlängelten, dünnen Seitenwänden und kaum verdickter Außenwand versehen; diejenigen der Oberseite sind bei allen Arten ziemlich gleich, während die der Unterseite in Größe und Anordnung Verschiedenheiten zeigen. Spaltöffnungen finden sich stets nur unterseits, sie sind schmal elliptisch und weder emporgehoben noch eingesenkt. Der Bau der Nerven ist nicht für die Gattung, sondern für die ganze Tribus der *Ventilagineen* charakteristisch, insofern wie bei *Ventilago* die größeren Nerven durchgehend, die kleinen aber vollkommen eingebettet, alle jedoch mit einer wohlausgebildeten Sklerenchymscheide versehen sind. Zum Unterschied von *Ventilago* sind indes auch die größeren Nerven nur unterseits durchgehend, dagegen oberseits durch assimilierendes Gewebe von der Epidermis getrennt. Schleimgänge fehlen vollkommen: auch ist das Kollenchym unter den Nerven schwächer verdickt als bei *Ventilago*. Von Kristallen sind nur Einzelindividuen von mäßiger Größe in Begleitung der Nerven für alle Arten übereinstimmend; ebensolche führt *Sm. pacifica* auch spärlich im Mesophyll, während das Auftreten sehr kleiner, gestreckter Einzelkristalle auf die Palisadenzellen der *Sm. calpicarpa* beschränkt bleibt; kleinste Drusen sind im Weichbast von *Sm. pacifica* beobachtet. Haare spielen eine höchst untergeordnete Rolle; bei 2 Arten fehlen sie vollkommen, bei der 3. (*Sm. macrocarpa*) sind sie äußerst spärlich, gerade, wenigzellig und dünnwandig. Gerbstoff ist nur in geringer Menge vorhanden und nicht an bestimmte Gewebe gebunden.

Smythea pacifica Seem.

Weinland, Nr. 279. Kaiser-Wilhelmsland.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und wenig verdickter Außenwand, ebenso tief als breit, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite etwas kleiner, flacher. — Spaltöffnungen nur unterseits, die umgebenden Zellen meist noch einmal unregelmäßig geteilt, daher kleiner. — P.-G. einschichtig. — Schw.-G. ziemlich geschlossen, 5schichtig. — Nerven alle mit Sklerenchymscheide (bei den größten oben geöffnet, bei den kleinen geschlossen); die größeren beiderseits schwach vorspringend, unterseits mittels sehr

schwach entwickelten Kollenchyms die Epidermis erreichend, oberseits nicht durchgehend; die kleineren eingebettet; Schleimgänge fehlen. — Kristalle als Einzelindividuen in Begleitung aller Nerven häufig, spärlicher im Mesophyll; kleinste Drusen im Weichbast. — Haare fehlen.

Mit dieser Pflanze aus dem Berliner Herbarium stimmt das mir als *Smythea novo-guineensis* Scheff. (Hollrung, Nr. 93, Neu-Guinea) gleichfalls aus Berlin zugesandte Material anatomisch vollkommen überein und bestätigt somit die neuerdings[1]) vorgenommene Zusammenziehung der *Sm. pacifica* und *Sm. novo-guineensis* aufs beste.

Smythea calpicarpa Roxb.

Kings Collector. Andamans.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, mit geschlängelten, unverdickten Seitenwänden und wenig verdickter Außenwand, fast ebenso tief als breit, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner, kaum gestreckt, mit wenig verbogenen Seitenwänden, flach. — Spaltöffnungen nur unterseits. — P.-G. 2schichtig, allmählich übergehend in das 2—3 schichtige, palisadenähnliche, gelockerte Schwammgewebe. — Nerven alle mit Sklerenchymscheide (bei den größeren oben geöffnet, bei den kleinen geschlossen); die größeren unterseits stark vorspringend und hier mittels sehr schwach verdickten Kollenchyms die Epidersmis erreichend, oberseits nicht durchgehend; die kleinen eingebettet; Schleimgänge fehlen. — Kristalle als Einzelindividuen in Begleitung aller Nerven häufig; kleinste, gestreckte Einzelkristalle in zahlreichen Palisadenzellen, besonders in der obersten Schicht. — Haare fehlen.

Smythea macrocarpa Hemsl.

Kings Collector. Larut, Perak.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, mit wenig verbogenen, unverdickten Seitenwänden und wenig verdickter Außenwand, fast ebenso tief als breit, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite stark gestreckt, Spaltöffnungen nur unterseits, auffallend schmal, die umgebenden Zellen kleiner als die übrigen Ep.-Z. und bogig die Spaltöffnungen umgreifend. — P.-G. 2schichtig, aus ziemlich kurzen Zellen gebildet. — Schw.-G. ziemlich locker, kurz 3schichtig. — Nerven alle mit Sklerenchymscheide (bei den größten oben geöffnet, bei den kleinen geschlossen); die größeren unterseits stark vorspringend und hier mittels wenig verdickten Kollenchyms die Epidermis erreichend, oberseits nicht durchgehend; die kleinen eingebettet; Schleimgänge fehlen. — Kristalle als Einzelindividuen in Begleitung

[1]) Schumann, K., Flora d. Deutsch. Schutzgebiete in der Südsee, und Lauterbach, K. 1901. pag. 426.

aller Nerven häufig: sie fehlen im Mesophyll vollkommen. — Haare unterseits an den Nerven sehr spärlich, gerade, wenigzellig, dünnwandig.

II. Tribus. *Zizypheae.*

Für die große Tribus der *Zizypheen* konnte im Gegensatz zu den *Ventilagineen* kein durchgreifender anatomischer Charakter gefunden werden; es sind in ihren zahlreichen Gattungen vielmehr die verschiedenartigsten Ausgestaltungen des inneren Blattbaues zu erkennen: so zwar, daß fast jede Gattung für sich anatomisch eine scharfe Begrenzung erfährt und dabei Andeutungen genug bietet, die auf ihre Stellung innerhalb der Tribus zu anderen Gattungen sichere Schlüsse gestatten, sofern damit zusammen stets auch die äußeren, morphologischen Verhältnisse in Betracht gezogen werden.

In folgendem will ich versuchen, die verwandtschaftlichen Beziehungen der einzelnen Gattungen unter sich nach anatomisch-morphologischen Gesichtspunkten darzustellen, vorher aber einen kurzen Überblick über die wesentlichen anatomischen Merkmale der einzelnen Gattungen geben.

Übersicht der Gattungen.

1. *Paliurus.* Epidermis verschleimt: Schleimgänge im Kollenchym der Nerven vorhanden. Blätter 3nervig; Stipulardornen vorhanden.
2. *Zizyphus.* Epidermis meist verschleimt; Schleimgänge meist vorhanden. Blätter 3—5nervig. Stipulardornen meist vorhanden.

   (Bei einigen Arten fehlt die Verschl. der Epidermis, seltener fehlen die Schleimgänge.)
3. *Microrhamnus.* Gefäßbündelscheide großzellig, kollenchymatisch, kleinste Nerven eingebettet; Epidermis nicht verschleimt; verschleimtes Hypoderm vorhanden. Beblätterte Zweige in Dornen endend; Rollblätter sehr klein, nadelförmig.
4. *Condalia.* Gefäßbündelscheide großzellig, parenchymatisch, kleinste Nerven eingebettet: Epidermis verschleimt oder nicht verschleimt: zuweilen Schleimzellen im P.-G. Beblätterte Zweige in Dornen endend: B. meist klein.
5. *Krugiodendron.* Gefäßbündelscheide ziemlich großzellig, parenchymatisch, kleinste Nerven eingebettet: Epidermis nicht verschleimt. Beblätterte Zweige nicht dornig endend, B. ansehnlich.

   (Schließt durch Fehlen der epidermalen Verschleimung und das Vorkommen großer Kristalldrusen im P.-G. an *C. obovata* an.)
6. *Reynosia.* Alle Nerven durchgehend, mit sehr kräftig entwickelter Sklerenchymscheide; Epidermis nicht verschleimt

(mit Ausnahme von *R. Wrightii*): Schleimgänge meist fehlend. B. fiedernervig, lederig. Endosperm ruminat.

7. *Sarcomphalus.* Alle Nerven durchgehend, mit viel weniger kräftig entwickelter Sklerenchymscheide; Epidermis nicht verschleimt; Schleimgänge fehlend; Hypoderm vorhanden. B. fiedernervig oder 3nervig. Endosperm nicht ruminat, spärlich.
8. *Karwinskia.* Schleimgänge im Kollenchym der Nerven vorhanden; große Einzelkristalle im P.-G. und Sekretlücken mit harzigem Inhalt vorhanden; Epidermis nicht verschleimt, Zellen der unteren Ep. schwächer oder stärker papillös. Stipulae intrapetiolares.
9. *Rhamnidium.* Schleimgänge im Kollenchym der Nerven vorhanden, große Einzelkristalle im P.-G. und Sekretlücken wie bei *Karwinskia*; Epidermis verschleimt, untere Ep.-Z. schwach papillös. Stipulae intrapetiolares.
10. *Berchemia.* Epidermis verschleimt, untere Ep.-Z. schwach papillös; Schleimgänge im Kollenchym der Nerven vorhanden; keine großen Einzelkristalle im P.-G.; Haare fehlen. B. fiedernervig; stipulae intrapetiolares.
11. *Phyllogeiton.* Epidermis nicht verschleimt; Schleimgänge im Kollenchym der Nerven vorhanden; keine großen Einzelkristalle im P.-G., dagegen Gerbstoff führende, erweiterte P.-Z.; Haare fehlen. B. fiedernervig.
12. *Maesopsis.* Epidermis verschleimt; Schleimgänge im Kollenchym der Nerven und im Weichbast vorhanden; keine großen Einzelkristalle im P.-G.; Gerbstoff führende, schwach sklerosierte Zellen im P.-G.; Haare fehlen. B. fiedernervig.
13. *Lamellisepalum.* Epidermis verschleimt; keine Schleimgänge im Kollenchym; keine großen Einzelkristalle; Haare fehlen. B. klein, lederig, fiedernervig.
14. *Rhamnella.* Epidermis verschleimt; Schleimgänge vorhanden; keine großen Einzelkristalle; Gerbstoff führende, schwach sklerosierte Zellen im P.-G.; Haare fehlen. B. ansehnlich, dünn, fiedernervig.
15. *Dallachya.* Epidermis verschleimt; Schleimgänge vorhanden; keine großen Einzelkristalle; Haare fehlen. B. fiedernervig.

Danach unterscheide ich 5 natürliche Gruppen:

die 1. mit *Paliurus* und *Zizyphus*.
„ 2. „ *Microrhamnus*, *Condalia* und *Krugiodendron*.
„ 3. „ *Reynosia* und *Sarcomphalus*.
„ 4. „ *Karwinskia* und *Rhamnidium*.
„ 5. „ *Berchemia*, *Phyllogeiton*, *Maesopsis*, *Lamellisepalum*, *Rhamnella* und *Dallachya*.

Gruppe 1 ist durch das 3—5nervige Blatt und die selten fehlenden Stipulardornen bestens gekennzeichnet. Die Epidermis ist meist verschleimt, und fast stets sind Schleimgänge im

Kollenchym der Nerven zu beobachten. Die wenigen Ausnahmen sind von geringer Bedeutung.

Zu Gruppe 2 gehören. streng genommen, nur *Microrhamnus* und *Condalia* mit in Dornen endenden, beblätterten Zweigen; sie zeichnen sich durch eine sehr großzellige Gefäßbündelscheide und die wechselnde Lage ihrer verschleimten Zellen aus. *Microrhamnus* besitzt nämlich ein verschleimtes Hypoderm, die Sektion *Condaliopsis* von *Condalia* eine verschleimte Epidermis, *Eucondalia* aber in 2 Arten schleimführende P.-Z.; und *C. obovata* endlich entbehrt jeglicher Schleimzellen. Durch den ähnlichen Blattbau dieser letzteren mit *Krugiodendron* wird die Einbeziehung dieser Gattung in den Verwandtschaftskreis von *Condalia* nahegelegt, obwohl ihre beblätterten Zweige nicht in Dornen enden; doch scheint mir ihre Stellung in der Nähe von *Condalia* noch am natürlichsten, nachdem sie bei jeder anderen Gattung der Tribus noch weniger unterzubringen ist, dagegen nicht schlecht zu *C. obovata* paßt.

Die 3. Gruppe zeigt in ihren 2 Gattungen anatomisch viel Übereinstimmung. Die Epidermis ist stets (mit Ausnahme der zweifelhaften *R. Wrightii*) unverschleimt, und auch die Schleimgänge fehlen mit Ausnahme eines einzigen Falles stets. Sehr auffallend ist das Querschnittsbild durch die mit stark sklerenchymatischen Elementen reichlich versehenen, durchgehenden Nerven. So scheinen mir die beiden Gattungen *Reynosia* und *Sarcomphalus* sich recht nahe zu stehen, zumal auch ihr gemeinschaftliches Heimatland Westindien sehr für ihre nähere Verwandtschaft spricht.

In Gruppe 4 sind 2 Gattungen zusammengefaßt, die sich in jeder Beziehung außerordentlich nahe stehen. Es sind dies *Karwinskia* und *Rhamnidium*, abgesehen von 2 isoliert stehenden Arten der Gattung *Reynosia (R. reticulata* und *revoluta)*, die beiden einzigen Gattungen in der ganzen Familie der *Rhamneen*, welche sich durch den Besitz von Sekretlücken auszeichnen, in deren harzerfüllten Raum die umgebenden Zellen papillenartig vorgestreckt sind; diese sehr merkwürdigen Sekreträume sind bei *Karwinskia* näher beschrieben. Außer diesen aber haben die beiden Gattungen noch die in der *Zizypheen*tribus so selten auftretenden Einzelkristalle in erweiterten P.-Z. gemeinsam, ferner die Eigentümlichkeit, daß die Epidermiszellen der Unterseite sich papillös vorwölben. Auch der allgemeine innere Blattbau stimmt bei beiden im wesentlichen überein, und bei beiden sind Schleimgänge im Kollenchym der Nerven vorhanden. Äußerlich kommen sie sich durch die gegenständigen oder fast gegenständigen Blätter und die intrapetiolaren stipulae sehr nahe. Der einzige wesentliche, anatomische Unterschied besteht darin, daß *Karwinskia* eine unverschleimte Epidermis besitzt, während diejenige von *Rhamnidium* verschleimt ist.

In der 5. Gruppe endlich sind die übrigen Gattungen mit fiedernervigen Blättern, welche eine verschleimte Epidermis und

Schleimgänge im Kollenchym der Nerven besitzen, vereinigt[1]); sie zeichnen sich daneben besonders durch negative Merkmale aus: von der vorigen Gruppe z. B. unterscheiden sie sich zuvörderst durch das Fehlen von großen Einzelkristallen und Sekretlücken. Bei 3 Gattungen, *Phyllogeiton*, *Maesopsis* und *Rhamnella* finden wir im P.-G. besondere, Gerbstoff speichernde, zuweilen etwas sklerosierte Elemente, welche sonst nur noch bei *Condalia lineata* und *mexicana* in der *Zizypheen*tribus bekannt sind und daher eine gewisse Bedeutung für die in Rede stehende Gruppe besitzen.

Danach gehe ich zur Beschreibung der einzelnen Gattungen über.

Paliurus.

Die 2 untersuchten Arten dieser Gattung stehen sich anatomisch außerordentlich nahe. Sie gliedern sich trotz ihrer äußerlich höchst abweichenden Gestaltung der Gattung *Zizyphus*, besonders einer ihrer Unterabteilungen (afrikanische und mediterrane Arten) aufs engste an. Ein Hauptcharakter ist die beiderseitige starke Verschleimung der Epidermis, der indessen nur einzelne oder gruppenweise zusammenhängende Zellen unterworfen sind; diese zeichnen sich vor den übrigen Epidermiszellen durch ihre ganz bedeutende Vergrößerung, Abrundung und meist starke Einsenkung ins Palisadengewebe aus. Hand in Hand damit geht das Vorkommen sehr weiter, vorzüglich ausgebildeter Schleimgänge unter den Nerven, die sich kaum irgendwo in der Tribus, höchstens bei einigen *Zizyphus*-Arten so kräftig entwickelt haben. Im übrigen sind die Verhältnisse folgende. Der Blattbau ist subzentrisch oder bifazial, indem palisadenartige Zellen entweder die ganze Blattdicke durchsetzen, oder nur 3 Schichten Palisaden neben ziemlich geschlossenem, kleinzelligem Schwammgewebe vorhanden sind. Die Nerven sind je nach ihrer Stärke verschieden gebaut; die kräftigsten sind unterseits stark vorspringend, durchgehend und erreichen die Epidermis beiderseits mittels sehr dickwandigen, getüpfelten Kollenchyms; hartbastartiges Gewebe kann entweder nur in den allerersten Stadien der Entwicklung in Form schwach verdickter Zellen oder auch in kräftiger Ausbildung vorhanden sein (einer der Hauptunterschiede zwischen den beiden sich sehr nahe stehenden Arten); die mittelstarken Nerven sind zwar noch durchgehend, aber nirgends vorspringend, dagegen ist bei ihnen, ebenso wie bei den kleinsten, eine großzellige, geschlossene Parenchymscheide viel schöner entwickelt, als bei den ganz kräftigen Nerven; die kleinsten endlich sind ganz eingebettet und entbehren der Sklerenchymelemente stets vollkommen. Von den Schleimbehältern ist bereits gesprochen; es wäre nur noch zu erwähnen,

---

[1]) Bei *Phyllogeiton* fehlt freilich die Verschleimung der Epidermis und bei *Lamellisepalum* die Schleimgänge, doch sprechen alle übrigen Verhältnisse für eine Zugehörigkeit zu dieser Gruppe.

daß stets eine Art Epithel ziemlich flacher Zellen als Auskleidung vorhanden ist. — Von den Epidermiszellen sind die unverschleimten sehr verschieden groß, meist auffallend weit und tief, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und schwach verdickter Außenwand, oben größer als unten. Spaltöffnungen finden sich nur auf der Blattunterseite; sie sind zahlreich, aber ziemlich unregelmäßig über die Epidermis verteilt, bald stark genähert, bald entfernter, auch sind sie von ungleicher Größe, elliptisch und sind stets unmerklich unter die Oberfläche der Epidermis eingezogen. Gerbstoff kommt nur in geringen Mengen zur Ablagerung und zwar meist in den Parenchymscheiden der Gefäßbündel. Von Kristallen kommen sowohl Drusen als auch Einzelindividuen in Begleitung der Nerven vor; dabei sind die Einzelkristalle vorzüglich neben Hartbast zu finden (wie bei *P. ramosissimus*), doch kommen sehr kleine Einzelindividuen auch im Weichbast des *P. aculeatus* vor, für den sonst Drusen typisch sind; unabhängig von den Nerven sind Kristalle nicht beobachtet. Haare fehlen entweder vollkommen, oder sie sind sehr spärlich, sowohl ober- als unterseits, einzellig und dünnwandig, ihr Lumen enthält Gerbstoff.

Paliurus aculeatus Lam.
Schultz 2620. Italien.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. auffallend groß, polygonal, mit geradlinigen, unverdickten Seitenwänden, gruppenweise oder vereinzelt verschleimt, dann bedeutend größer, etwas rundlich und mit abgerundeter Basis gegen d. Palisaden vorragend. — P.-G. durchgehend, 4schichtig, gegen die untere Epidermis sich wenig lockernd und verkürzend, glattwandig. — Schw.-G. in typischer Ausbildung nicht vorhanden. — Nerven mit Andeutung einer schwach halbmondförmigen Sklerenchymgruppe am unteren Rande des Weichbasts. — Schleimgänge im Kollenchym der Gefäßbündel-Unterseite vorhanden, im Querschnitt 2—3. — Kristalle im Kollenchym der Nerven als Drusen ausgebildet, kleinste Einzelkristalle im Weichbast. Gerbstoff spärlich, — Haare fehlen.

Paliurus ramosissimus Poir.
Bürger. Japonia.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. auffallend groß, polygonal, mit geradlinigen, unverdickten Seitenwänden, gruppenweise oder einzeln verschleimt, dann größer und namentlich tiefer, viel höher als breit und mit spindelförmig zugespitzter Basis an die Palisaden stoßend. — P.-G. 3schichtig, glattwandig, gegen unten sich verkürzend, in das Schw.-G. allmählich übergehend. — Schw.-G. geschlossen, aus kurz elliptischen, in 2—3 Schichten geordneten Zellen bestehend. — Nerven mit einem oberseitigen und 2 kleinen, seitlich gelagerten Sklerenchymbändern ver-

sehen. Bei dieser Art sind die Hartbastelemente fast bis zum Schwund des Lumens verdickt und dadurch von den Sklerenchymbildungen bei voriger Art wohl zu unterscheiden; zwischen den beiden seitlichen Sklerenchymbändern verläuft aber noch eine Verbindungszone ganz ähnlich schwach verdickter Bastelemente, wie bei *P. aculeatus*, die jener entsprechen dürfte. — Schleimgänge im Kollenchym der Gefäßbündel-Unterseite vorhanden, im Querschnitt 2—5. — Kristalle im Kollenchym der Nerven als Einzelkristalle ausgebildet; sehr zahlreiche, kleinste Drusen nur im Weichbast; mittelgroße Drusen finden sich mit Einzelkristallen in Begleitung namentlich der kleineren Nerven. — Gerbstoff besonders in der Parenchymscheide der Nerven vorhanden, nicht reichlich. — Haare stets einzellig, beiderseits an den Nerven sehr spärlich.

Zizyphus.

Die anatomischen Verhältnisse dieser aus zahlreichen Arten zusammengesetzten, fast über die ganze Erde, besonders die Tropen der alten Welt, verbreiteten Gattung sind, der äußeren, wechselnden Erscheinung dieser Pflanzen entsprechend, recht mannigfaltig. Es sei daher zuerst in Kürze eine Übersicht der in dieser Gattung vorkommenden anatomischen Verhältnisse der Blattstruktur gegeben, die sich zu einer natürlichen Gruppierung der Arten verwenden lassen.

Zu den wichtigsten systematischen Merkmalen vieler Arten der Gattung gehört das Vorkommen von Schleim in einzelnen oder ganzen Gruppen von Blattzellen. Schleimführend sind, wie schon im allgemeinen Teil des näheren ausgeführt wurde, besonders die Zellen der Epidermis. Außer diesen gibt es noch eine gleichfalls bei *Zizyphus* weit verbreitete innere Verschleimung von Zellen des kollenchymatischen Stützgewebes der Blattnerven, die meist Hand in Hand mit der Verschleimung der Epidermis geht. Es sind die ebenfalls schon oben erwähnten Schleimlücken und Schleimgänge. Sie haben bei *Zizyphus* ebenso wie bei mehreren anderen Gattungen der *Zizypheen* eine weite Verbreitung und sind nur in seltenen Fällen von der Verschleimung der Epidermis unabhängig, d. h. nur selten treten Schleimgänge auf, während die Zellen der Epidermis unverschleimt sind. Eine dritte, sehr interessante und ganz einzigartig dastehende Form der Verschleimung findet sich bei *Z. celtidifolia:* hier sind einzelne, sehr stark erweiterte, blasenförmige Zellen, die dem Blattgewebe unabhängig von den Nerven eingestreut sind, Sitz der Verschleimung und charakterisieren diese Art aufs beste, so daß es möglich war, auf Grund dieser Verhältnisse die von Weberbauer ausgesprochene Vermutung einer Identität von *Zizyphus celtidifolia* D. C. und *Z. timoriensis* D. C. zur Gewißheit zu erheben. Der genauere Ort und die Art des Auftretens dieser Schleimzellen wird später bei der Artbeschreibung berücksichtigt werden.

Nächst der Verschleimung in diesen 3 Formen kann zur Abgrenzung der Arten die Behaarung der Blätter vorteilhaft verwendet werden. Die Trichome der Gattung *Zizyphus* sind zwar recht einfach gebaut, zeigen aber trotzdem auffällige Unterschiede genug, um eine genauere Betrachtung ihrer Gestalten zu rechtfertigen. Die einfachsten sind die einzelligen Haare, welche entweder ziemlich lang, gerade und nach ihrer Spitze zu allmählich verjüngt sind und dabei ein relativ weites Lumen besitzen oder auch kurz stiftförmig sein können. Nur bei einer Art, *Z. funiculosa* fand ich eigentümliche, nagelförmige Haare, die mit breit kegelförmiger, von länglichen Tüpfeln durchbrochener und dadurch gestreift erscheinender Basis in die Epidermis eingesenkt sind und dieser Art eine eigene Stellung ihren Gattungsverwandten gegenüber sichert. An die einzelligen Haare schließen sich aufs engste die mehrzelligen, aber einzellreihigen Haare an, die, gerade oder gekräuselt, in 2 verschiedenen, auch nach anderen Merkmalen getrennten Gruppen der Gattung (die ersteren in der *Z. Oenoplia* einschließenden Gruppe, die letzteren bei den Verwandten von *Z. Jujuba*) auftreten und lediglich in der Weite ihres Lumens, der Art ihrer basalen Verdickung und makroskopisch in ihrem bald mehr anliegenden, bald mehr abstehenden Wuchs unterscheidende Merkmale liefern.

Nach Vorausschickung dieser für die Systematik wichtigsten Verhältnisse gehe ich zur Behandlung der inneren Blattstruktur über. Für die gesamte Gattung ist ein ziemlich geschlossenes Diachym charakteristisch, so zwar, daß in vielen Fällen das Schwammgewebe durch ein meist dichtes, palisadenartiges Gewebe ersetzt ist und dadurch ein subzentrischer Bau des Blattes hervorgerufen wird. Die Palisadenzellen sind fast durchweg sehr schmal und starkt gestreckt und verkürzen sich, meist allmählich, seltener sprungweise, in das palisadenartige Schwammgewebe; dabei gibt es dünne Blätter mit nur 5—6 Zellschichten (ohne die Epidermis) und andere mit 12 und mehr Schichten. Auffallend kurz sind die Palisadenzellen bei *Z. calophylla*, die auch ein besonders lakunöses Schwammgewebe besitzt. Typisch zentrischen Blattbau konnte ich bei keiner Art beobachten.

Die Epidermis der Oberseite besteht fast ausnahmslos aus mehr oder weniger weiten, polygonalen Zellen mit dünnen, gerade verlaufenden Seitenwänden und ist bei den einen Arten stellenweise oder in allen Zellen verschleimt, während bei andern jegliche Verschleimung fehlt. Die Kutikula ist meist dünn, schwach gelblich gefärbt und glatt; nur bei *Z. glabrata*, die auch durch andere Verhältnisse eine besondere Stellung erhält, finden sich körnige Rauhigkeiten auf der Kutikula. Ausnahmen von dieser typischen Organisation bilden *Z. calophylla* Wall. mit geschlängelten, getüpfelten Seitenwänden und vertikaler Septierung der Zellen, *Z. glabrata* Heyne durch vertikal verbogene Seitenwände und *Z. elegans* Wall. durch stellenweise horizontal septierte Epidermiszellen.

Die Epidermis der Unterseite ist, von ihrer Behaarung abgesehen, noch gleichförmiger gestaltet, als die der Oberseite. Sie trägt in allen Fällen Spaltöffnungen und ist meist wie die obere Epidermis aus polygonalen Zellen mit geraden Seitenwänden, nur stets in verkleinertem Maßstabe, gebildet. Eine einzige Ausnahme (bei einigen andern Arten schon leise angedeutet) ist zu bemerken bei *Z. calophylla*, deren Zellen, wie oberseits, stark geschlängelte und getüpfelte Seitenwände besitzen.

Die Seitennerven sind immer von einem einzigen kollateralen Gefäßbündel gebildet; dabei stoßen die stärkeren mittels kollenchymatischen Stützgewebes sowohl an die obere als an die untere Epidermis, wobei sie gewöhnlich auf der Unterseite des Blattes mehr oder weniger stark vorspringen. Die kleinsten Nerven (Venen) sind bei gewissen Arten durchgehend, bei anderen ganz im Gewebe eingebettet, Verhältnisse, die parallel mit anderen Gruppenmerkmalen laufen. Endlich können die Seitennerven entweder von einer mehr oder weniger entwickelten Sklerenchymscheide begleitet oder ohne eine solche sein, auch wieder Merkmale, die für gewisse Gruppen charakteristisch sind. Wo die Sklerenchymscheide fehlt, ist das Gefäßbündel von dünnwandigen, aber trotzdem oft getüpfelten, gestreckten Zellen umhüllt, die eine Mittelstufe zwischen Parenchym- und Sklerenchymzellen bilden; dieselben führen meist reichlichen Gerbstoff. Diese Verhältnisse wiederholen sich auch bei den kleinsten Gefäßbündeln, wenigstens in Spuren. Eine normale Paremchymscheide beobachtete ich nur bei den beiden südamerikanischen Arten *Z. Mistol* Griseb. und *oblongifolia* Sp. Moore.

Von Kristallen oxalsauren Kalks finden sich bei *Zizyphus* in einer gewissen Gruppe stets nur Drusen, während in einer anderen Gruppe (amerikanische Arten, bei welchen eine Sklerenchymscheide vorhanden ist) auch Einzelkristalle in Begleitung der Nerven auftreten. Dabei können die Drusen sowohl im Kollenchym und den dünnwandigen Begleitzellen der Nerven, als auch im Bast und in den Palisaden auftreten, während die Einzelkristalle mit Ausnahme von *Z. celtidifolia* D. C. und *Z. glabrata* Heyne an sklerenchymführende Nerven gebunden sind. Besonders auffallend sind die großen Einzelkristalle der *Z. glabrata*, welche an solche von *Rhamnus* erinnern, doch aber nur sehr selten in Palisadenzellen, vielmehr in der Regel über den Nerven und Venen gelagert sind.

Was schließlich die Spaltöffnungen betrifft, so sind dieselben bei den meisten Arten nur unterseits zu finden, doch kommen sie bei wenigen, meist kleinblättrigen Arten, deren beide Blattflächen, wie es scheint, gleichwertig sind, auch oberseits, und zwar entweder über das ganze Blatt zerstreut oder an die Nähe der größten Nerven gebunden, vor (so bei *Z. Lotus*, *Z. spina Christi*, *Z. nummularia)*, außerdem bei den beiden sich nahe stehenden *Z. Mistol* und *Z. oblongifolia*, die zwar größere Blätter, doch auch im übrigen eigentümliche, sie von den anderen Arten der Gattung wohl unterscheidende Merkmale besitzen. Die Form

der Schließzellen ist wenig veränderlich und nicht charakteristisch, auch existieren keine eigentlichen Nebenzellen; die Nachbarzellen sind vielmehr von den übrigen Epidermiszellen kaum verschieden und ganz regellos angeordnet. Dabei können die Spaltöffnungen, namentlich bei stark behaarten Arten, etwas emporgehoben sein oder mit der Blattfläche in einer Ebene liegen und mehr oder weniger zahlreich sein; sie sind relativ groß: ihre durchschnittliche Länge schwankt zwischen 24 und 26 μ.

Die meisten Arten der Gattung sind reich an Gerbstoff, der sich, wie oben schon erwähnt, mit Vorliebe in der Nähe der Nerven ablagert, aber auch im übrigen Blattgewebe und in den Haaren, sehr selten dagegen in den Epidermiszellen gefunden wird.

Auf Grund dieser Verhältnisse, von denen meist mehrere, in gleicher Weise zusammentreffend, gewisse Arten auszeichnen, war es möglich, eine Gruppierung der zahlreichen Arten dieser Gattung vorzunehmen, die recht gut mit der geographischen Verbreitung in Einklang zu bringen ist.

Als Prinzip für die Einteilung schien mir in erster Linie die Schleimbildung in der Epidermis geeignet. Alle Arten mit schleimführender Epidermis lassen sich nämlich als eine natürliche Gruppe auffassen, die außerdem auch noch durch andere, fast ebenso konstante Merkmale gekennzeichnet ist. Als solche nenne ich besonders die Anwesenheit von Schleimbehältern unter den Nerven, das Fehlen einer Sklerenchymscheide (mit Ausnahme von *Z. rugosa*, *Z. javanensis*, *Z. Horsfieldii*, *Z. lucida*, *Z. apetala* und *Z. abyssinica*, die vielleicht eine besondere Unterabteilung darstellen, obwohl ich auf die Anwesenheit von Sklerenchymelementen deswegen weniger Wert lege, weil sie mir vielfach von der Größe der Blätter und der Stärke der Nerven abhängig erscheinen) und das fast ausschließliche Vorkommen von Kristalldrusen (nur bei *Z. rugosa* sind Einzelkristalle in der Nähe der Nerven beobachtet). Nicht so einheitlich sind die Haarorgane gebaut. Es kommen sowohl einzellige, als mehrzellige vor, gerade und gewundene, dünn- und dickwandige, und schließlich können sie auch vollständig fehlen, wie das bei den einzelnen Arten jeweils bemerkt werden wird.

Diese Gruppe umfaßt von den untersuchten Arten folgende: *Z. mucronata*, *Zeyheriana*, *vulgaris*, *Lotus*, *oxyphylla*, *apetala*, *spina Christi*, *Jujuba*, *nummularia*, *abyssinica*, *rugosa*, *Xylopyrus*, *Napeca*, *Oenoplia**), *scandens**), *ferruginea**), *exserta**), *javanensis*, *Horsfieldii*, *lucida* und *elegans*, unter welchen wieder bestimmte Arten eine nähere Verwandtschaft zueinander bekunden: so z. B. stehen sich *Z. mucronata*, *Zeyheriana*, *vulgaris* und *Lotus* (Afrika und dem Mediterrangebiet angehörend) durch den Mangel

*) Obwohl von den heutigen Autoren *Z. scandens*, *ferruginea* und *exserta* als Synonyme von *Z. Oenoplia* aufgefaßt werden, halte ich dieselben doch für leicht unterscheidbare, gute Arten; die Begründung mag dafür aus dem bei den einzelnen Arten Angeführten hervorgehen.

von Haaren und die stets eingebetteten kleinen Nerven besonders nahe, während *Z. Oenoplia, Napeca, scandens, ferruginea* und *exserta* (ostasiatische Arten) wieder unter sich nähere Verwandtschaft zeigen. Auch *Z. Jujuba, nummularia* und *spina Christi* (Asien und Afrika) bilden eine eigne Untergruppe, während die andern teils überleitend zwischen ihnen stehen, teils auch auch ganz eigenartige Merkmale zur Ausbildung gebracht haben. Trotzdem scheint mir über die Zusammengehörigkeit aller dieser Arten kein Zweifel zu bestehen, da sie auch in geographischer Hinsicht eine gut begrenzte Einheit darstellen. Sämtliche Arten sind nämlich Bewohner der alten Welt, mit Einschluß der malayischen Inseln und der Philippinen; ihre reichste Entfaltung zeigen sie in Süd-Ost-Asien, das als Entwicklungszentrum nicht nur der vorgenannten Gruppen, sondern noch vieler anderer, mehr isoliert stehender und daher erst später zu behandelnder Arten anzusehen ist.

Ihnen gegenüber steht eine ebenso gut charakterisierte, wenn auch bedeutend kleinere Gruppe von amerikanischen Arten (*Z. Joazeiro, cotinifolia, thyrsiflora* und *platyphylla*). Diese zeichnen sich aus durch Fehlen der epidermalen Verschleimung und meistens auch der Schleimbehälter unter den Nerven und besitzen als positive Merkmale eine gut entwickelte Sklerenchymscheide an den größeren Gefäßbündeln, die entweder geschlossen oder oben offen sein kann, ferner Einzelkristalle in Begleitung der Nerven und mehrzellige, gerade, dünnwandige Trichome. Es wäre erwünscht, durch Untersuchung der übrigen amerikanischen Arten (*Z. acuminata, Cinnamomum, Glaziorii, heteroneura, obtusifolia, Poiretii, strychnifolia* und *undulata*), die mir leider nicht zugänglich waren, eine Bestätigung für die Einheitlichkeit dieser, wie mir scheint, natürlichen Gruppe zu erhalten.

Alle übrigen von mir untersuchten Arten zeigen mehr vereinzelt dastehende Charaktere und konnten daher diesen zwei Gruppen nicht untergeordnet werden. Vielleicht stehen sie aber nicht so vereinzelt da, als man hiernach glauben könnte, da nach Bearbeitung des mir fehlenden Materials sich vielleicht noch manche Art denselben angliedern läßt. Vorderhand sei nur auf die hervortretendsten Eigentümlichkeiten hingewiesen. Sie zeigen fast alle Schleimbehälter unter den Nerven, ohne daß schleimführende Epidermiszellen daneben nachzuweisen wären. *Z. incurva* (indische Art) z. B. besitzt Schleimgänge in Mehrzahl unter, in Einzahl über den Nerven, dagegen keine verschleimten Innenwände der Epidermiszellen; außerdem zeigt sie eine aus schwach verdickten Bastelementen gebildete Sklerenchymscheide und gerade, mehrzellige, dünnwandige Trichome. Durch geschlängelte, oberseits vertikal septierte, unterseits mit getüpfelten Seitenwänden versehene Epidermiszellen, sowie sehr kräftig entwickeltes Sklerenchym an den Nerven und Anwesenheit von Schleimbehältern, sowohl ober- als unterseits der Gefäßbündel,

steht *Z. calophylla* (eine auch makroskopisch wohl unterschiedene, indische Art) völlig einzigartig da. Gleichfalls nur bei einer Art, *Z. funiculosa*, (aus Indien) sind Haare mit breit kegeliger, durch längliche, spaltförmige Tüpfel gestreifter Basis beobachtet; bei dieser Art finden sich Schleimlücken sowohl ober- als unterseits der Gefäßbündel. *Z. celtidifolia* (von der Insel Timor) zeichnet sich durch äußerst große, in einer Mittelschichte des Diachyms liegende Schleimzellen aus und *Z. glabrata* erinnert durch ihre großen Einzelkristalle einigermaßen an den Typus einer gewissen Gruppe von *Rhamnus*arten. Zwei südamerikanische Arten, *Z. Mistol* und *Z. oblongifolia*, stehen sich durch die äußerst weitzellige Parenchymscheide der Nerven und die auf beiden Blattseiten vorkommenden Spaltöffnungen sowie ihren Habitus nahe und lassen sich mit keiner anderen der mir bekannten Arten vergleichen; auch makroskopisch zeigen ihre Blätter viel Ähnlichkeit.

Eine Vergleichung meiner Resultate, die sich für eine natürliche Gruppierung der *Zizyphus*arten verwenden lassen, mit den bis jetzt vorgenommenen Einteilungen der Gattung, ist insofern wertlos, als bisher nur sehr äußerliche Merkmale, die eben am meisten in die Augen fielen und vom Bestimmenden am leichtesten erkannt werden konnten, dazu benutzt worden sind. Auch Weberbauer in „Engler u. Prantls natürl. Pflanzenfamilien" verfährt nach solch äußerlichen Gesichtspunkten, wie aus der Zusammenstellung von *Z. rugosa* und *calophylla* um ihrer zusammengesetzten Blütenstände willen hervorgeht, während dieselben keine Andeutung näherer Verwandtschaft zeigen; doch hatte er auch zweifellos nicht die Absicht, durch diese Zusammenstellung mehr als eine zum Bestimmen bequeme Übersicht zu geben. Übrigens weist er schon auf die Verwandtschaft von *Z. Joazeiro* mit *Z. cotinifolia* und *Z. platyphylla* (jedenfalls nach geographischen Erwägungen neben der äußerlich ähnlichen Erscheinung) hin, ebenso auf die Beziehungen von *Z. mucronata* zu *Z. Zeyheriana*; auch hebt er die eigenartige Stellung des *Z. Mistol* hervor, die sich jetzt anatomisch bestätigt. Seine Vermutung einer Identität von *Z. celtidifolia* und *Z. timoriensis* hat sich durch die anatomische Untersuchung als richtig erwiesen.

Nach dieser Übersicht berichte ich über den anatomischen Befund der einzelnen Arten.

Zizyphus mucronata Willd.

Hb. Ecklon u. Zeyher Nr. 991. Philippstown (Ceded Territory.)

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite sehr groß, weit und tief, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und sehr schwach verdickter Außenwand, fast alle sehr stark verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite etwas kleiner, aber doch sehr weit, kaum $1/3$ so tief wie die Ep.-Z. der Oberseite, in der Mehrzahl verschleimt. — Spaltöffnungen nur unterseits, sehr groß. — P.-G. durchgehend, unterseits das Schw.-G. ersetzend, 6-

schichtig, die 3 oberen Schichten typisch, die 3 unteren verkürzt. — Nerven, große und mittelstarke durchgehend, kleinste (Venen) eingebettet, ohne Sklerenchym, mit Schleimgängen unterseits. — Kristalle nur als Drusen ausgebildet; mittelgroße in Begleitung der Nerven häufig, kleinste im Weichbast und in den Palisadenzellen zerstreut. — Haare äußerst spärlich, einzellig, dünnwandig.

Var. *glabrata* Sond.

Schlechter, 6141. Natal.

Fast vollkommen mit der typischen Form übereinstimmend; P.-G. 5schichtig. Haare fehlend.

Zizyphus Zeyheriana Sond.

Burke. Africa australis.

Blttb.: subzentrisch. — E.-Z. der Oberseite sehr groß, weit und fast doppelt so tief, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und etwas verdickter Außenwand, fast alle stark verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite etwas kleiner, kaum $^1/_3$ so tief, in der Mehrzahl verschleimt. — Spaltöffnungen nur unterseits, sehr groß. — P.-G. 7schichtig, die 2 obersten typisch, die übrigen kürzer und etwas gelockert, das Schw.-G. ersetzend. — Nerven wie bei *Z. mucronata*. — Kristalle nur als Drusen ausgebildet; mittelgroße in den die Nerven begleitenden Parenchymzellen (besonders an den Venen), sehr kleine im Weichbast und in den Palisadenzellen zerstreut. — Haare sehr spärlich, einzellig, ziemlich dickwandig. — Der vorigen Art außerordentlich nahe stehend.

Zizyphus sativa Gaertn.

(*Z. vulgaris* Lam.)

1. Haußmann 863. Bozen.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite groß, wenig breiter als tief, oft nach allen Richtungen fast gleich ausgedehnt, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und schwach verdickter Außenwand, die meisten verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner und etwas flacher, weniger zahlreich verschleimt. — Spaltöffnungen nur unterseits, kleiner als bei den vorausgehenden. — P.-G. 5—6schichtig, durchaus typisch. — Schw.-G. fehlend. — Nerven meist durchgehend, die kleinsten eingebettet, Schleimgänge spärlicher als bei den vorausgehenden, sonst wie vorige. — Kristalle nur als Drusen ausgebildet, wie bei den vorigen, doch etwas spärlicher. — Haare fehlen.

2. Bracht. Verona.

Wie vorige; aber schleimführende Zellen der oberen Epidermis tiefer als breit.

3. Herb. of the late East Ind. Comp. Nr. 372.
Zwar kleinere Blätter, aber sonst wie vorige.

var. *sinensis* Lam.
Bürger. Japonia.

Nerven unterseits kaum vorspringend, Kollenchym viel schwächer entwickelt, Schleimgänge spärlich. Sonst typisch.

Zizyphus Lotus Lam.
Strobl. Sizilien.

Blttb.: zentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite nur wenig größer als die der Unterseite, polygonal, mit geraden, dünnen Seitenwänden und verdickter Außenwand, einzeln oder in Gruppen verschleimt. — Spaltöffnungen besonders unterseits, aber auch spärlich oberseits in der Nähe der Nerven. — P.-G. 6- bis 7schichtig, nach unten etwas kürzer werdend. — Schw.-G. fehlend. — Nerven nicht vorspringend, mit Ausnahme der stärkeren völlig eingebettet, mit deutlicher, kleinzelliger Parenchymscheide; Schleimgänge schwach entwickelt. — Kristalle nur Drusen, diese in Begleitung der Nerven und namentlich in etwas verkürzten Palisadenzellen häufig. — Haare fehlen.

Zizyphus oxyphylla Edgw.
Herb. Kalkutta. N. W. Himalaya.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. sehr groß, tiefer als breit, auf der Oberseite größer als auf der Unterseite, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und etwas verdickter Außenwand, beiderseits in Mehrzahl verschleimt. — Spaltöffnungen nur unterseits, groß. — P.-G. 6schichtig, die beiden oberen Schichten typisch, die 4 unteren bedeutend verkürzt, gelockert, das Schw.-G. ersetzend. — Nerven durchgehend, die stärksten unterseits vorspringend, die kleinsten völlig eingebettet, mit kleinzelliger Parenchymscheide; Schleimgänge reichlich im Kollenchym. — Kristalle nur Drusen, in Begleitung der Nerven häufig, kleinste Drusen im Weichbast reichlich. — Haare äußerst spärlich an den Nerven, einzellig, dickwandig.

Zizyphus apetala Hook. fil.
Hooker Nr. 18. Sikkim.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite groß, tiefer als breit, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und fast unverdickter Außenwand, zahlreiche, einzelne Z. verschleimt, viel tiefer in die Palisaden vordringend; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner, mit schwach gebogenen Seitenwänden. — P.-G. 3schichtig, aus kurzen Z. gebildet. — Schw.-G. ziemlich locker, ca. 4 Zellen tief. — Nerven alle durchgehend, mit sehr schwach

entwickelten, getüpfelten Hartbastelementen auf den Seiten; im wenig verdickten Kollenchym der Unterseite reichlich Schleimgänge vorhanden. — Kristalle fehlen vollkommen. — Haare spärlich unterseits, mehrzellig, sehr dünnwandig.

Zizyphus spina Christi Willd.

1. Schimper, iter Abyssinicum Nr. 32.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite sehr groß, polygonal, mit dünnen, geraden Seitenwänden und verdickter Außenwand, sehr zahlreiche, einzeln oder in Gruppen, verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, reihenweise verschleimt, mit gestreifter Kutikula. — Spaltöffnungen besonders unterseits, längs der großen Nerven auch oberseits. — P.-G. durchgehend, die obersten 3 Schichten aus sehr langen und schmalen Zellen gebildet, unterseits etwas lockerer und kürzer. — Schw.-G. fehlend. — Nerven alle durchgehend; die größten mit unterseits dünnwandigem, oberseits stark verdicktem Kollenchym die Epidermis erreichend, die kleinsten zwar eingebettet, aber ober- (und in geringerem Maße unter-) seits durch äußerst lange entfärbte palisadenartige (Spikular-) Zellen mit der Epidermis verbunden; kleinzellige Parenchymscheide vorhanden; Schleimbehälter unter den Nerven gut entwickelt. — Kristalle nur Drusen, in Begleitung der Nerven und im Weichbast häufig. — Haare spärlich, wenigzellig, sehr lang, hin und her gewunden, dünnwandig. — Gerbstoff reichlich im Gewebe.

2. var. *microphylla*.

Schimp. it. Ab. 1798.

Blätter dünner, daher weniger Palisadenschichten. — Haare etwas häufiger, mit dickerer Wandung, oft scharf knieförmig umgebogen. — Sonst wie die typische Form.

Zizyphus Jujuba Lam.

1. Martius 1070. Brasilien.

Blttb.: bifazial-subzentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite groß, polygonal, mit geraden, dünnen Seitenwänden und verdickter Außenwand, sehr zahlreiche, verschleimt aber wenig in die Palisaden vorspringend, viele (oft paarweise zusammenliegend) enthalten Gerbstoff; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner, nur wenige verschleimt, mit gestreifter Kutikula. — P.-G. durchgehend, auf der Unterseite gelockert, etwa 7schichtig; die beiden obersten Schichten aus längeren, zuweilen quer septierten Zellen gebildet; die unteren ein palisadenartiges Schw.-G. bildend. — Nerven alle durchgehend; die großen fast zylindrisch vorspringend, mit dünnwandigem Kollenchym die Epidermis erreichend; kleine wie bei *Z. spina Christi* eingebettet, durch entfärbte, langgestreckte Zellen mit der oberen Epidermis verbunden, aber unterseits stark eingezogen und dadurch in tiefe

Rinnen verlegt, mit kleinzelliger Parenchymscheide; Schleimbehälter im Kollenchym reichlich vorhanden. — Kristalle nur kleine Drusen, die in Begleitung der kl. Nerven in den Palisaden und im Weichbast häufig sind. — Haare nur unterseits an den Nerven, sehr dicht stehend und über die zwischenliegenden Teile der Blattunterseite ausgebreitet, im Bau wie bei *Z. spina Christi* und *Z. nummularia.*

2. Hook. fil. und Thoms. Panjab.

Typisch.

3. Dr. H. Mayer. India, Kalsi.

Zahlreiche Kristalldrusen im Kollenchym d. Nerven, sonst typisch.

Zizyphus rotundifolia Lam.
(*Z. nummularia* DC.)
Hook. fil. und Thoms. Panjab.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite sehr groß und tief, oft beinahe $^1/_4$ der gesamten Blattdicke einnehmend, polygonal, mit geraden, dünnen Seitenwänden und schwach verdickter Außenwand, in der Mehrzahl verschleimt, vereinzelte Gerbstoff führend; Ep.-Z. der Unterseite viel kleiner. — Spaltöffnungen beiderseits, unten dicht gedrängt, oben unregelmäßig und sehr entfernt gestellt. — P.-G. durchgehend, 5-schichtig, gegen unten gelockert, die Zellen der obersten Schicht zuweilen durch eine Querwand geteilt. — Nerven alle durchgehend, fast wie bei *Z. Jujuba*, aber die kleineren schwächer eingezogen; Parenchymscheide und Schleimgänge wie bei *Z. Jujuba.* — Kristalle nur Drusen; mittelgroße im Kollenchym der Nerven, sehr kleine äußerst zahlreich in der obersten Palisadenschicht und im Weichbast. — Haare beiderseits, unterseits an den Nerven dichte, lange, geschlängelte, mehrzellige Haare wie bei *Z. Jujuba* und *Z. spina Christi*, oberseits vereinzelte, gerade, kürzere Haare.

Zizyphus abyssinica Hochst.
Schimp., iter Abyss. Nr. 1694.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite groß, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und deutlich verdickter Außenwand, die Mehrzahl verschleimt, tiefer als breit; Ep.-Z. der Unterseite klein. — Spaltöffnungen in kleinen Grübchen zwischen dem unterseits vorspringenden Venennetz zahlreich, durch dichte Behaarung der Nerven und Venen verdeckt. — P.-G. 5schichtig, 3 untere Schichten verkürzt und etwas gelockert, das Schw.-G. ersetzend. — Nerven alle durchgehend, die größeren mittels Kollenchym die Epidermis erreichend, stark vorspringend; die kleinen auch vorspringend,

aber oberseits durch weite, selten gestreckte, fast unverdickte, oft Kristalldrusen enthaltende Zellen mit der Epidermis verbunden; ohne Sklerenchymscheide; unterseits mit spärlichen Schleimgängen. — Kristalle nur Drusen, größere in Begleitung der Nerven, kleinste im Weichbast. — Haare unterseits sehr dicht, einzellig und mehrzellig, schwach verbogen, oberseits sehr spärlich, mehrzellig, fast gerade.

Zizyphus rugosa Lam.
Hohnacker Nr. 1547.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite groß, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und verdickter Außenwand, die Mehrzahl verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite klein, mit deutlicher kutikularer Streifung. — Spaltöffnungen in den Grübchen des unterseits vorspringenden Nerven- und Venennetzes zahlreich. — P.-G. aus 10—12 Schichten kurzer Zellen bestehend, in der unteren Hälfte etwas gelockert, das Schw.-G. ersetzend. — Nerven alle durchgehend, die größeren (auch die stärkeren Venen) unterseits vorspringend, die kleinsten eingezogen; (in den Venen das Gefäßbündel sehr nahe der unteren Epidermis liegend) die größeren unterseits mit schwacher Sklerenchymscheide, die kleinsten mit sehr schmaler, aus schwach sklerosierten, gestreckten Elementen gebildeter Zellplatte die obere Epidermis erreichend, Kollenchym wie bei *Z. abyssinica*, jedoch oberseits oft viel stärker ausgebildet. Schleimgänge zahlreich. — Kristalle in Begleitung der Nerven oberseits, in den Palisaden und im Weichbast als Drusen ausgebildet, unterseits der größeren Nerven in der Nähe des Hartbastes zahlreiche Einzelkristalle. — Haare nur unterseits, mehrzellig, verbogen, dünnwandig, oft streckenweise bandförmig zusammengedrückt, gerbstofführend.

Zizyphus Xylopyrus Willd.
(*Z. Caracutta* Buch.-Ham.)
Wight. Mysore.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite groß, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und schwach verdickter Außenwand, die Mehrzahl verschleimt, mehr als doppelt so tief wie breit, die unverschleimten an Tiefe oft um mehr als das 3fache übertreffend, spindelförmig in das P.-G. vordringend; Ep.-Z. der Unterseite klein. — Spaltöffnungen nur unterseits. — P.-G. unregelmäßig geschichtet, aus 10—12 Schichten sehr verkürzter, unterseits kaum gelockerter Zellen bestehend. — Schw.-G. im Palis.-G. enthalten. — Nerven alle durchgehend, nie eingezogen, die stärksten beiderseits, die schwächeren nur unterseits ± vorspringend, ohne Sklerenchym, die stärksten mittels Kollenchym die Epidermis erreichend, die kleinen oberseits mit weiten, kaum verdickten Zellen an die Epidermis stoßend; Schleimgänge zahlreich. — Kristalle nur

Drusen. in Begleitung der Nerven zahlreich und im Mesophyll. — Haare beiderseits, fast nur an den Nerven, oben nur vereinzelt, mehrzellig, verbogen, mit schwach verdickten Wänden.

Zizyphus Napeca Willd.

Dr. Krauer. Tranquebar.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite groß, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und schwach verdickter Außenwand (bei d. verschl. Zellen bleibt eine kleine elliptische Stelle in der Mitte der Außenwand unverdickt), die Mehrzahl verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner. — Spaltöffnungen nur unterseits. — P.-G. allmählich ins fast geschlossene Schw.-G. übergehend, zusammen 5—6 schichtig, Zellen unterseits stark verkürzt. — Nerven alle durchgehend, unterseits ± vorspringend, nur die schwächsten unmerklich eingezogen, ohne Sklerenchym, von kleinen, parenchymartigen Zellen (besonders die Venen) umhüllt, die stärksten mittels Kollenchyms die Epidermis erreichend, die Gefäßbündel der kleinen fast an die untere Epidermis verlagert, oberseits mit wenigen (darunter eine sehr große) Zellen an die obere Epidermis stoßend; Schleimgänge zahlreich. — Kristalle nur Drusen; sehr große Drusen in den erweiterten Zellen über den Venen, mittelgroße unter den Venen, sehr kleine im Mesophyll und im Weichbast. — Haare besonders unterseits reichlich, einzellige, stiftartige und lange, mehrzellige gemischt, die letzteren meist nur an den Nerven, gerade, gerbstofführend, mit schwach verdickten, an der Insertion radial getüpfelten Wänden.

Zizyphus Oenoplia Mill.

1. Herb. Wight Nr. 476. Indien.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. wie bei *Z. Napeca*. — Ebenso P.-G. und Schw.-G. — Nerven im allgemeinen wie bei *Z. Napeca*, jedoch sind die Zellen über den Venen viel weniger erweitert und enthalten keine so großen Drusen, immerhin sind größere Drusen ebenso wie bei der nächst verwandten *Z. scandens* vorhanden; bei *Z. Oenoplia* zeigt sich bei einzelnen peripheren Bastzellen ein Beginn von Verdickung, doch kann von Sklerenchym noch nicht gesprochen werden; Schleimbehälter viel weniger ausgebildet, als bei *Z. Napeca*. — Kristalle, von den äußerst großen Drusen über den Venen bei *Z. Napeca* abgesehen, wie bei dieser. — Haare wie bei *Z. Napeca*, jedoch unterseits viel dichter und noch länger. — Die beiden Arten stehen sich anatomisch außerordentlich nahe, und auch die angegebenen, geringen Unterschiede beziehen sich nur auf ein Mehr oder Weniger, da auch innerhalb der Art *Z. Oenoplia* Schwankungen ausgesetzt ist. Belege dafür sind weiter untersuchte Materialien, wie

2. Haines Nr. 331. Singbhum.

mit zahlreicheren Schleimgängen und weiteren, große Kristalldrusen enthaltenden Zellen über den Venen;

3. Herb. Burman. Ceylon.

mit weniger zahlreichen Schleimgängen und bald größeren, bald kleineren Drusen über den Venen; auch fehlt die Sklerosierung einzelner Bastzellen;

4. Wallich Nr. 4246. g. Indien.

mit zahlreicheren Schleimgängen, größeren Drusen über den Venen, fehlender Sklerosierung von Bastzellen und zahlreichen kleineren Drusen im Kollenchym der Nerven;

5. Hook. fil. und Thoms. Mytor und Carnatic.

wie 4.

Am wichtigsten erscheint mir die geringe Größe der Epidermiszellen, wodurch sich *Z. Oenoplia* besonders von der ihr nächst verwandten *Z. scandens* unterscheidet. Äußere Merkmale, verbunden mit diesen und den schon früher erwähnten anatomischen Anhaltspunkten veranlaßten mich, *Z. scandens* von *Z. Oenoplia*, der sie in Hooker, Flora of Brit. India 1875 als Synonym beigeordnet ist, wieder zu trennen, ebenso wie die nachfolgenden Arten *Z. ferruginea* Hayne und *Z. exserta* DC., die gleichfalls nach der heutigen Nomenklatur zu *Z. Oenoplia* gezogen werden sollten. Abgesehen von äußeren Merkmalen, die die genannten Arten auf den ersten Blick zu unterscheiden gestatten, haben die beiden letzt genannten Arten auch ein gut begrenztes geographisches Vorkommen, das weitere Veranlassung bietet, sie als eigene Arten zu unterscheiden. Was schließlich die kleinen anatomischen Unterschiede betrifft, so stehen sich die auch heute noch aufrecht erhaltenen Arten *Z. Oenoplia* und *Z. Napeca* Willd. näher, als z. B. *Z. ferruginea* und *Z. Oenoplia*.

Zizyphus scandens Roxb.

1. Wallich Nr. 7269. Indien.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite sehr groß, bedeutend größer als bei *Z. Oenoplia*, die Mehrzahl verschleimt, sehr tief in die Palisaden eingesenkt, oft 3 mal so tief als breit, zuweilen mehr als die Hälfte der ganzen Blattdicke durchsetzend; Ep.-Z. der Unterseite klein. — P.-G. allmählich in das fast geschlossene Schw.-G. übergehend, zusammen 4 schichtig, unten stark verkürzt. — Nerven alle durchgehend, die stärksten unterseits vorspringend, die schwächsten kaum merklich eingezogen, Umhüllung durch kleine, parenchymartige Zellen und erweiterte Zellen über den Venen wie bei *Z. Oenoplia*; Sklerosierung einzelner Bastzellen fehlend: Schleimgänge zahlreich. — Kristalle nur Drusen, wie bei *Z. Oenoplia*, fehlen jedoch meist im

Kollenchym. — Haare nur an den Nerven, wenig zahlreich, einzellige und mehrzellige gemischt, kürzer als bei *Z. Oenoplia.*

2. Kult. in Hort. bot. Kalkuttens. Comm. Hallier.

Wie 1; jedoch Mesophyll 6schichtig, daher die verschleimten Epidermiszellen kaum die Hälfte der Blattdicke durchsetzend.

Äußerlich unterscheiden sich die Exemplare von *Z. scandens* von *Z. Oenoplia* namentlich durch die kleineren Blätter und die schwache Behaarung.

Zizyphus ferruginea Heyne.

1. Wallich, Nr. 4246, F. Silhet.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. etwas kleiner als bei *Z. scandens*, die verschleimten sehr tief ins Palis.-Gew. eingesenkt; Ep.-Z. der Unterseite klein. — P.-G. allmählich ins geschlossene Schw.-G. übergehend, 2—3 Reihen echter Palisaden, Z. des Schw.-G. sehr klein. — Nerven alle durchgehend, nur die stärksten unterseits vorspringend. Verbindungsgewebe mit der Epidermis wie bei den vorausgehenden (*Z. Napeca*, *Z. Oenoplia* und *Z. scandens*), jedoch fehlen die stark erweiterten Zellen über den Venen und die Drusen vollkommen; Schleimgänge zahlreich. — Kristalle nur Drusen, in Begleitung der Nerven und im Mesophyll reichlich, jedoch nur von geringer Größe; die für *Z. Napeca*, *Oenoplia* und *scandens* charakteristischen großen Drusen fehlen vollkommen. — Haare mehrzellig, schwach gebogen, kräftiger, mit verdickten, an der Insertion radial getüpfelten Wänden, steif abstehend.

Ein makroskopisches Unterscheidungsmerkmal bietet neben der abstehenden Behaarung der Verlauf der zwischen den 3 Hauptnerven befindlichen Venen. Dieselben ziehen genau rechtwinklig zum Mittelnerv von einem Nerv zum andern, während bei allen andern verwandten Arten stets eine spitzwinklige Abzweigung der Venen beobachtet wird.

2. Herb. Griffith, Nr. 2037. Birma.

Vollkommen mit 1 übereinstimmend.

Zizyphus exserta DC.

Cuming, Nr. 1438. Philippinen.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. mittelgroß, kleiner als bei *Z. Oenoplia*, in unregelmäßigen Reihen angeordnet, polygonal, zahlreiche, entweder einzeln oder in Gruppen verschleimt, nicht ins P.-G. eingesenkt; Ep.-Z. der Unterseite klein, mit fein gestreifter Kutikula. — Spaltöffnungen sehr zahlreich. — P.-G. durchgehend, etwa 7schichtig, unterseits als Schw.-G. etwas gelockert. — Nerven alle durchgehend, die stärksten unterseits

vorspringend, die schwächsten unmerklich eingezogen; Kollenchym wie bei *Z. Oenoplia*: die Venen mit weniger weiten, gestreckten, schwach verdickten Zellen die obere Epidermis erreichend; Schleimgänge zahlreich. — Krystalle nur Drusen, mittelgroße in Begleitung der Nerven, namentlich im Kollenchym reichlich, kleinste im Weichbast; die großen Drusen der *Z. Napeca*, *Oenoplia* und *scandens* fehlen vollkommen. — Haare wie bei *Z. ferruginea*, jedoch unterseits viel dichter und kaum abstehend. — Diese Art ist durch die relativ kleinen Epidermiszellen von allen verwandten Arten leicht zu unterscheiden. Sie zeichnet sich makroskopisch durch breitere, mehr filzig behaarte Blätter und stärker exserte Staubblätter aus.

Zizyphus javanensis Bl.
Nagel, Nr. 321. Java.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite 2schichtig, polygonal, mit geraden, unverdickten, vertikal etwas verbogenen Seitenwänden, auch die äußeren mit unverdickter Außenwand; einzelne (zahlreiche) verschleimt und die ganze Tiefe der doppelten Epidermis erreichend, nach abwärts verbreitert, weshalb die benachbarten, unverschleimten Zellen der äußeren Schicht sie am Rande etwas bedecken; Ep.-Z. der Unterseite kleiner. — Spaltöffnungen nur unterseits. — P.-G. 3schichtig, die Zellen der obersten Schicht oft durch eine Querwand geteilt. — Schw.-G. etwa 5 Zellen tief, ziemlich locker. — Nerven alle durchgehend; die größten unterseits stark vorspringend, oben etwas eingezogen, mittels Kollenchym die Epidermis erreichend, mit gut entwickelter, geschlossener Sklerenchymscheide (Sklerenchymzellen nicht stark verdickt), die kleinen beiderseits mit schwach sklerenchymatischen, getüpfelten Zellen die Epidermis erreichend; Schleimbehälter im Kollenchym der größeren Nerven vorhanden; unterseits in Mehrzahl, oberseits ein einziger in der Mitte über dem Gefäßbündel. — Kristalle nur Drusen, sehr spärlich und äußerst klein, im Weichbast und im Mesophyll. — Haare sehr spärlich, gerade, ein- bis wenigzellig, dickwandig, Gerbstoff führend.

Zizyphus Horsfieldii Miq.
Zollinger, Nr. 2295. Java.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. mittelgroß, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und kaum verdickter Außenwand, strahlig rosettenförmig um die einzelnen verschleimten, äußerst vergrößerten, abwärts stark verbreiterten und sehr tiefen Zellen gruppiert, die nur mit sehr schmaler Zellwand an die Oberfläche grenzen; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner. — Spaltöffnungen nur unterseits. — P.-G. undeutlich 3schichtig, P.-Z. oft durch eine Querwand geteilt. — Schw.-G. 5—6 Zellen tief, ziemlich locker. — Nerven alle durchgehend, fast wie bei

Z. javanensis, jedoch Schleimgänge nur unterseits und das Kollenchym der Oberseite sich hypodermartig ausbreitend. — Kristalle nur Drusen, spärlich in Begleitung der Nerven, im Weichbast und Mesophyll. — Haare nur unterseits, 2 gestaltig, längere, mehrzellige und ganz kurze, stiftförmige, mit verbreiterter Basis inserierte einzellige Haare, dickwandig. — *Z. javanensis* jedenfalls allernächst verwandt!

Zizyphus lucida Moon.

Thwaites, Nr. 1241. Ceylon.

Blttb.: bifazial-subzentrisch. — Ep.-Z. groß, alle fast doppelt so tief als breit, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und wenig verdickter Außenwand; zahlreiche einzelne verschleimt, vergrößert und vertieft, mit an einer Stelle unverdickt bleibender Außenwand; Ep.-Z. der Unterseite klein und flach. — Spaltöffnungen nur unterseits. — P.-G. 2 schichtig, allmählich in das palisadenartige, ziemlich geschlossene Schw.-G. übergehend. — Nerven alle mit ziemlich großzelliger, Gerbstoff führender Parenchymscheide; die größten durchgehend, unterseits vorspringend, mit offener Sklerenchymscheide, mittels Kollenchym die Epidermis erreichend; die kleinen eingebettet, nur zuweilen mittels dünnwandiger, weiter, öfters kristallführender Zellen an die untere Epidermis stoßend; Schleimbehälter im Kollenchym gut ausgebildet. — Kristalle nur Drusen, spärlich in Begleitung der Nerven und im Weichbast. — Haare sehr spärlich, nur unterseits, gerade, mehrzellig. — Durch die großzellige Parenchymscheide, neben der merkwürdigerweise auch Hartbastelemente auftreten, gut charakterisiert.

Zizyphus Joazeiro Mart.

Martius, iter Brasil. (obs. n. 1812.)

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. mittelgroß, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und unverdickter Außenwand, ziemlich flach, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite klein. — Spaltöffnungen nur unterseits. — P.-G. aus 6—7 Schichten von oben nach unten kürzer werdender und sich lockernder, allmählich ins Schw.-G. übergehender Zellen gebildet. — Nerven mit geschlossener Sklerenchymscheide, nur die kleinsten ohne dieselbe; die größeren mittels Kollenchym durchgehend, die kleinsten eingebettet; Schleimgänge fehlen. — Kristalle als kleine Einzelindividuen in Menge die Nerven begleitend, als Drusen besonders im Mesophyll und im Weichbast. — Haare fast nur unterseits, spärlich, gerade, mehrzellig, mit kaum verdickten Wänden.

Zizyphus platyphylla Reiß.

Sello. Brasilien.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. wenig größer als bei voriger, etwas gestreckt, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und

kaum dickerer Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite klein. — P.-G. 7—8schichtig, in der Mitte etwas gelockert; Schw.-G. in den Palisaden enthalten. — Nerven alle mit fast geschlossener Sklerenchymscheide, nur die kleinsten von kaum verdickten, getüpfelten, sklerenchymartigen Zellen umhüllt; die größeren mittelst Kollenchyms durchgehend, die kleinsten eingebettet; Schleimgänge fehlen. — Kristalle nur Drusen, spärlich, im Mesophyll und im Weichbast. — Haare nur unterseits, gerade, mehrzellig, mit kaum verdickten Wänden. Gerbstoff besonders in Begleitung der Nerven und in der obersten Palissadenschicht. — *Z. Joazeiro* sehr nahe stehend.

Zizyphus cotinifolia Reiß.

Eggers, Nr. 14746. Ecuador.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. groß, etwas gestreckt. mit geraden, unverdickten Seitenwänden und kaum verdickter Außenwand, ziemlich flach, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite verhältnismäßig groß. — P.-G. 2schichtig, aus ziemlich kurzen Zellen gebildet, — Schw.-G. ziemlich locker, etwa 4 Zellen tief. — Nerven fast wie bei *Z. platyphylla*, aber mit Schleimgängen im Kollenchym. — Kristalle als Einzelindividuen in Begleitung der Nerven zahlreich; kleine Drusen spärlich im Mesophyll und im Weichbast. — Haare nur unterseits, spärlich, gerade, mehrzellig, mit kaum verdickten Wänden. — Den beiden vorigen sehr nahestehend, aber durch das Vorkommen von Schleimgängen unter den Nerven von ihnen verschieden.

Zizyphus thyrsiflora Benth.

Hartweg, Nr. 646. Mexiko.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite groß, polygonal, etwas gestreckt, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und deutlich verdickter Außenwand, flach, nicht verschleimt, Ep.-Z. der Unterseite relativ groß. — Spaltöffnungen öfters zu 3 und 4 in einer Reihe liegend. — P.-G. 2schichtig, aus ziemlich kurzen Zellen gebildet. Schw.-G. ziemlich locker, etwa 4 Zellen tief. — Nerven alle mit Sklerenchymscheide, wie bei den vorhergehenden, ohne Schleimgänge. — Kristalle als Einzelindividuen in Begleitung der Nerven zahlreich, als kleine Drusen über und unter den kleinen Nerven und im Weichbast spärlicher. — Haare äußerst spärlich, nur unterseits, gerade, mehrzellig, mit kaum verdickten Wänden.

Zizyphus incurva Roxb.

Wallich Catal. Nr. 4237. Nepal (fide Fl. of Br. Ind.)

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite groß, polygonal, mit geraden, kaum verdickten, getüpfelten Seitenwänden und schwach verdickter Außenwand, flach, nicht verschleimt;

Ep.-Z. der Unterseite kleiner, mit schwach verbogenen Seitenwänden. — Spaltöffnungen nur unterseits, ziemlich klein. — P.-G. 2schichtig. — Schw.-G. ziemlich locker, 4—5 Zellen tief. — Nerven alle mit oben offener, schwach entwickelter Sklerenchymscheide versehen, die kleinsten von dünnwandigen, getüpfelten Sklerenchymzellen umhüllt; die größeren mittelst Kollenchyms durchgehend, die kleinen mittelst der erwähnten, kaum verdickten Zellen an die Epidermis stoßend; Schleimgänge gut entwickelt, in Mehrzahl unter dem Gefäßbündel, einzeln auf der Oberseite. — Kristalle nur Drusen, in Begleitung der Nerven zahlreich, mittelgroß; sehr kleine im Weichbast. — Haare spärlich, gerade, mehrzellig, dünnwandig.

Zizyphus calophylla Wall.

Herb. Griffith, distrib. Kewensis, Nr. 2046. Malacca.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite mittelgroß, polygonal, mit wenig verdickten, etwas gebuchteten und getüpfelten Seitenwänden und stark verdickter Außenwand, tiefer als breit, durch sehr dünne Wände einmal vertikal geteilt, in seltenen Fällen auch durch eine dicke Wand horizontal geteilt, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite flacher als die der Oberseite, sonst wie oben. Spaltöffnungen nur unterseits. — P.-G. 3schichtig, aus ziemlich kurzen Zellen gebildet. — Schw.-G. sehr locker, aus ziemlich dünnen, langen Zellen zusammengesetzt. — Nerven alle durchgehend; die größten unterseits stark vorspringend, oberseits wenig eingezogen, unterseits mittelst Kollenchyms, oben mit lockerem Parenchym die Epidermis erreichend, mit geschlossener Sklerenchymscheide; die kleinen mittelst schwach verdickter Sklerenchymzellen an die Epidermis stoßend, gleichfalls mit geschlossener Sklerenchymscheide; Schleimgänge in Mehrzahl unter, in Einzahl über dem Gefäßbündel der großen Nerven vorhanden. — Kristalle als Einzelindividuen in Begleitung der Nerven zahlreich, als kleine Drusen im Mesophyll spärlich. — Haare kurz, einzellig, über der Gerbstoff führenden verbreiterten fußförmigen Insertion etwas eingeschnürt, dann etwas sackförmig erweitert und fein zugespitzt, dünnwandig, von geradwandigen Epidermiszellen rosettenförmig umgeben, nur unterseits.

Zizyphus funiculosa Ham.

Wallich Catal. Nr. 4234. Silhet.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ungleich, polygonal, mit kaum verdickten Seitenwänden und schwach verdickter Außenwand, tiefer als breit, einzelne Zellen verschleimt, unten verbreitert; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, flach. — Spaltöffnungen nur unterseits. — P.-G. 2schichtig, aus ziemlich kurzen Zellen gebildet. — Schw.-G. wenig locker, etwa 4 Zellen tief. — Nerven alle durchgehend, ohne Sklerenchymscheide;

die größten unterseits vorspringend, beiderseits mittels schwach verdickten Kollenchyms die Epidermis erreichend, die kleinen von kaum verdickten, gestreckten, ungetüpfelten (Sklerenchym-) Zellen umhüllt und mit ihnen an die Epidermis stoßend; Schleimgänge im Kollenchym unterseits in Mehrzahl, oberseits in Einzahl vorhanden. — Kristalle nur Drusen; mittelgroße in erweiterten Zellen der obersten Palisadenschicht, kleine in Begleitung der Nerven, im Weichbast und Mesophyll. — Haare beiderseits, sehr eigenartig, kurz verkehrt-nagelförmig, wobei der flach verbreiterte, eingesenkte Fuß des Haares den Nagelkopf darstellt; dieser ist von spaltenförmigen Tüpfeln seitlich durchbrochen und erscheint daher gestreift: der über die Blattfläche herrausragende Teil ist außerordentlich kurz, stiftartig und fein zugespitzt; das ganze Haar ist gelblich und von einer Rosette kleinerer, oft in 2 Kreisen angeordneter Epidermiszellen umgeben. Ähnliche Haare, aber mit mehr bulbösem Fuße finden sich auch anderwärts, z. B. sind sie charakteristisch für die Gattung *Pancovia* der *Sapindaceen*.

Zizyphus elegans Wall.

King, Nr. 240. Singapore.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite unregelmäßig polygonal, mit etwas verbogenen, wenig verdickten Seitenwänden und wenig verdickter Außenwand, alle tiefer als breit, oft durch eine horizontale Querwand geteilt, einzelne verschleimt, nach unten verbreitert, aber kaum tiefer als die übrigen, Ep.-Z. der Unterseite gleich groß, mit etwas geschlängelten, dünnen Seitenwänden. — Spaltöffnungen nur unterseits. — P.-G. 2—3 schichtig. — Schw.-G. wenig locker, 4—5 Zellen tief. — Nerven alle durchgehend, mit geschlossener Sklerenchymscheide aus schwach verdicktem Hartbast versehen; die größten unterseits vorspringend, mittels wenig verdickten Kollenchyms die Epidermis erreichend; die kleinen mittels sehr schwach verdickter, getüpfelter (Sklerenchym-) Zellen an die Epidermis stoßend; Schleimgänge in Mehrzahl vorhanden, sehr weit. — Kristalle nur Drusen, äußerst spärlich im Mesophyll. — Haare beiderseits spärlich, wenigzellig, gerade, etwas dickwandig.

Zizyphus celtidifolia DC.

Herb. Paris. Timor.

= *Z? timoriensis* DC.

Herb. Paris. Timor.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite polygonal, meist 4—5 eckig, mittelgroß, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und schwach verdickter Außenwand, ziemlich flach, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite über den Nerven fast gleich groß, sonst bedeutend kleiner. — Spaltöffnungen nur unterseits, klein. — P.-G. 3 schichtig, von dem 2 schichtigen,

palisadenartigen Schw.-G. durch eine Schicht lockerer, ziemlich weiter, chlorophylloser Zellen geschieden; aus diesen Zellen gehen eigentümliche, äußerst große, blasenförmige, entweder einzeln oder in Gruppen zu 2 oder 3 zusammenliegende, schleimführende Zellen hervor, welche in dieser Erscheinungsweise nur hier unter allen *Rhamneen* zu beobachten sind und daher einen sicheren Anhaltspunkt zur Identifizierung von *Z. celtidifolia* und *Z. timoriensis* boten. — Nerven alle durchgehend; die größten unterseits vorspringend, beiderseits mittels Kollenchyms die Epidermis erreichend; die kleinen beiderseits mittels schwach verdickter, ungetüpfelter (Sklerenchym-) Zellen an die Epidermis stoßend; Schleimgänge fehlen. — Kristalle als Einzelindividuen von z. T. ansehnlicher Größe in Begleitung der Nerven, namentlich zunächst unter der Epidermis, zahlreich, als kleine Drusen im Weichbast reichlich. — Haare nur in den Achseln der drei großen Nerven und am Blattstiel, spärlich, gerade oder verbogen, mehrzellig, ziemlich dünnwandig.

Zizyphus glabrata Heyne.

Wall. Cat. Nr. 4231, D. Hort. bot. Calcutt.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, polygonal, mit horizontal geraden, vertikal verbogenen, dünnen Seitenwänden und schwach verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner, zartwandig. — Spaltöffnungen nur unterseits, klein. — P.-G. 2schichtig. — Schw.-G. ziemlich locker, etwa 4 Zellen tief. — Nerven alle durchgehend; die größten unterseits vorspringend, mittelst Kollenchyms beiderseits die Epidermis erreichend, ohne Sklerenchymscheide; die kleinen oberseits mit erweiterten, oft große Einzelkristalle führenden Zellen an die Epidermis stoßend; Schleimgänge vorhanden. — Kristalle als größere Einzelindividuen über den kleineren Nerven (Venen) zahlreich, aber auch vereinzelt unabhängig von ihnen in der obersten Palisadenschicht; sehr kleine Einzelkristalle und Drusen zahlreich im Weichbast. — Haare sehr spärlich unterseits an den Nerven, einzellig, etwas verbogen, dünnwandig. — Das Vorkommen von zahlreichen, großen Einzelkristallen ist für diese Art sehr charakteristisch und schließt sie dadurch einigermaßen an *Z. celtidifolia* an.

Zizyphus oblongifolia Sp. Moore.

Moore, Nr. 1029. Mattogrosso.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. ziemlich klein, polygonal, mit dünnen, geraden Seitenwänden und fast unverdickter Außenwand, flach, nicht verschleimt. — Spaltöffnungen beiderseits, länglich-elliptisch. — P.-G. 4schichtig, aus kurzen Zellen gebildet, allmählich in das etwas gelockerte, 5—6 Zellen tiefe Schw.-G. übergehend. — Nerven alle durchgehend, mit sehr groß- und weitzelliger, Gerbstoff führender Parenchym-

scheide versehen; die größten unterseits vorspringend, beiderseits mittels wenig verdickten Kollenchyms die Epidermis erreichend, mit wenigen Sklerenchymfasern unter dem Gefäßbündel, unten mit mehreren Schleimgängen; die kleinen mittels großzelligen Parenchyms durchgehend, nur oberseits zwischen den Parenchymzellen mit weiten Schleimlücken. — Kristalle, nur Drusen, außerordentlich reichlich in Begleitung der Nerven ober- und unterseits, besonders zunächst unter der Epidermis, sehr kleine im Weichbast. — Haare beiderseits vereinzelt über den Nerven, wenigzellig, gerade, über der Insertion etwas zusammengezogen, dünnwandig. — *Zizyphus Mistol* nächst verwandt.

Zizyphus Mistol Griseb.

Lorentz, Nr. 515. Argentinien.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. kaum größer als bei *Z. oblongifolia*, polygonal, mit dünnen, geraden Seitenwänden und kaum verdickter Außenwand, flach, nicht verschleimt. — Spaltöffnungen beiderseits, länglich-elliptisch. — P.-G. etwa 4schichtig, aus ziemlich kurzen Zellen gebildet, allmählig in das breit entwickelte, 8—10 Zellen tiefe, etwas gelockerte Schw.-G. übergehend. — Nerven alle durchgehend, mit sehr groß- und weitzelliger, Gerbstoff führender Parenchymscheide versehen, die größten unterseits vorspringend, beiderseits mittels wenig verdickten Kollenchyms die Epidermis erreichend, ohne irgendwelche Sklerenchymelemente; die kleinen mittels großzelligen Parenchyms durchgehend; Schleimgänge fehlen. — Kristalle nur Drusen, reichlich in Begleitung der Nerven ober- und unterseits, besonders zunächst unter der Epidermis, sehr kleine im Weichbast. — Haare beiderseits über den Nerven weniger spärlich, einzellig, gerade, etwas dickwandig. *Z. oblongifolia* durch die weitzellige Parenchymscheide und die auf beiden Seiten vorkommenden Spaltöffnungen, sowie das Fehlen einer epidermalen Verschleimung nächst verwandt.

Microrhamnus.

Diese monotypische Gattung zeichnet sich durch einen höchst eigentümlichen, fremdartigen Habitus aus, indem ihre Blätter sehr klein und kurz nadelförmig sind und dadurch der Pflanze ein an *Erica* erinnerndes Aussehen verleihen. Die Ränder dieser Nadelblätter sind nach unten gegen den breit vorspringenden Hauptnerv eingeschlagen und rufen dadurch 2 tiefe zwischen ihnen und dem Hauptnerv verlaufende Furchen hervor, eine bei den *Rhamneen* zwar auffallende Gestaltung, die aber in anderen Gruppen bei Xerophyten häufig wiederkehrt. Mit Ausnahme dieser Furchen ist das ganze Blatt mit einer äußerst dickwandigen, kutikularisierten Epidermis versehen, die einen weiteren Schutz gegen zu starke Wasserverdunstung darstellt. Als drittes, gleichfalls der xerophilen Lebensweise entsprechendes Merkmal sei das Hypoderm hervorgehoben, das

jedoch an verschiedenen Stellen des Blattes verschieden gestaltet ist und im Verlauf der Furchen sogar vollkommen fehlt. Ausgehend von dem (im Querschnitt gesehen) nach oben fächerartig verbreiterten Kollenchym des Hauptnervs zieht es sich unter der oberen Epidermis in 2 funktionell und morphologisch scharf geschiedenen Schichten bis zur Umbiegung des Randes, um hier einschichtig zu werden und an seinem äußersten Saum schließlich zu verschwinden; unterseits ist das Hypoderm nur unter dem Hauptnerv entwickelt und 2schichtig. Die der Epidermis zugekehrte Schicht besteht aus sehr großen, weiten, blasenförmigen, schwach kollenchymatischen, zwecks Wasserspeicherung schleimführenden Zellen, während die zweite Schicht aus sehr kleinen, dünnwandigen Zellen gebildet ist, welche Kristalldrusen enthalten; diese Schicht ist oberseits stellenweise unterbrochen und fehlt am Rande fast vollkommen: unterseits ist auch die Mehrzahl ihrer Zellen schleimführend und stark erweitert. Durch dieses zur Wasserspeicherung verwandte, schleimführende Hypoderm gibt *Microrhamnus* verwandtschaftliche Beziehungen zu *Condalia*[1]) zu erkennen, die auch schon morphologisch durch die in Dornen endenden, beblätterten Zweige ausgedrückt sind und in Weberbauers Gruppierung der *Zizypheen* ihren Ausdruck gefunden haben. Außer diesen Verhältnissen sei noch der zentrische Bau des Mesophylls erwähnt. Gleichfalls eigentümlich ist das Auftreten einer ziemlich großzelligen Kollenchymscheide am Hauptnerv, der beiderseits durch Kollenchym mit dem Hypoderm in Verbindung steht. Durch alle diese Merkmale entfernt sich *Microrhamnus ericoides* von der durch Maximowicz mit ihr in eine Gattung gebrachten *Rhamnella franguloides* weit, und es bestätigt sich die von Weberbauer neuerdings wieder vorgenommene Trennung unter dem Miquelschen Namen *Rhamnella* aufs beste.

Microrhamnus ericoides Gray,

Pringle, Nr. 260. Mexiko. Chihuahua.

Blttb.: zentrisch. — Ep.-Z. klein, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und (mit Ausnahme der in den Furchen der Unterseite gelegenen Ep.-Z.) äußerst stark verdickter, kutikularisierter, trüb graugelber Außenwand, nicht verschleimt; Lumen bei allen sehr eng. — Spaltöffnungen nur unterseits in den Furchen, ganz von kleinen, hin- und hergebogenen, sehr dickwandigen Haaren, welche die Furchen ausfüllen, überdeckt. — Hypoderm oberseits und unter dem Hauptnerv 2schichtig, seitlich 1schichtig, in den Furchen fehlend, in der äußeren Schicht schleimführend (Näheres in der Gattungscharakteristik). P.-G. durchgehend, 5schichtig, in der mittleren, gelockerten

[1]) Bei 2 ihrer Arten, *C. mexicana* und *C. lineata*, ist der Sitz der Verschleimung gleichfalls unter der Epidermis gelegen; dort sind es stark umgebildete Palisadenzellen, die bei ihrem reichlichen Auftreten gewissermaßen ein ununterbrochenes, schleimführendes Hypoderm darstellen.

Schicht die Venen eingebettet. — Hauptnerv durchgehend, mit weitzelliger, oben offener Kollenchymscheide, unterseits durch eine schmale Leiste, oberseits durch eine fächerartig verbreiterte Gruppe von Kollenchymzellen das Hypoderm erreichend. Die kleinen Nerven (Venen) sind vollkommen eingebettet. — Kristalle nur als Drusen ausgebildet, klein, äußerst zahlreich in Begleitung aller Gefäßbündel und in der inneren Hypodermschicht. — Haare, wie oben erwähnt, in den Furchen der Blattunterseite sehr dicht gestellt, einzellig, kurz, hin- und hergebogen, sehr dickwandig.

Condalia.

Im Gegensatz zu den meisten kleinen Gattungen der *Zizypheen*-Tribus, die stets mehrere für alle Arten konstante Merkmale tragen, setzt sich *Condalia*, eine durch starke Reduktion der Laubblätter sowie in Dornen endende beblätterte Zweige ausgezeichnete Gattung, aus 3 ziemlich heterogenen Typen zusammen. 2 Sektionen sind bereits von Weberbauer unterschieden: 1) *Condaliopsis*, welche er für 2 früher zu *Zipyphus* gerechnete Arten (*C. lycioides* und *C. Parryi*) aufstellte und 2) *Eucondalia* (mit den übrigen Arten). Diese beiden Sektionen sind in der Tat auch anatomisch gut voneinander unterschieden, indem *Condaliopsis* eine verschleimte Epidermis besitzt, *Eucondalia* nicht. Unter dieser letzteren aber sind 2 sich ziemlich unähnliche Typen vereinigt, deren eine durch die Arten *C. mexicana* und *C. lineata*, die andere durch *C. oborata* vertreten wird. Die beiden ersteren besitzen nämlich in der obersten Palisadenschicht zahlreiche, sehr stark erweiterte und verlängerte Schleimzellen, welche in dieser Weise eben nur hier vorkommen; die letztere zeichnet sich dagegen durch stark erweiterte Zellen mit sehr großen Kristalldrusen aus, die in großer Zahl unter der oberen Epidermis liegen.

Ein durchgreifendes Merkmal besitzt aber *Condalia* doch, das ist die Parenchymscheide der Blattnerven, welche wir in ähnlicher Ausbildung nur bei den beiden oben erwähnten, merkwürdigen *Zizyphus*-Arten *Z. Mistol* und *oblongifolia* und bei einer Subsektion der Gattung *Rhamnus (Cervispina)* angetroffen haben. Auch *Krugiodendron* besitzt eine, allerdings engerzellige Parenchymscheide und beweist dadurch, besonders da als vermittelndes Glied *C. oborata* dienen kann, eine nahe Verwandtschaft mit *Condalia*. Bei dieser letzteren setzt sich die Parenchymscheide aus sehr großen dünnwandigen, kaum oder nur wenig in der Richtung des Gefäßbündels gestreckten, Gerbstoff speichernden Zellen zusammen.

Im übrigen sind die Verhältnisse von Art zu Art ziemlich wechselnd. Die Epidermis kann, wie erwähnt, entweder verschleimt oder nicht verschleimt sein. In allen Fällen sind ihre Zellen ziemlich groß, polygonal, mit geraden, wenig verdickten Seitenwänden und meist stark verdickter Außenwand (am stärksten

ist diese Verdickung bei *C. lineata*). Die Spaltöffnungen sind meist auf die Unterseite beschränkt und bei *C. lineata* sogar in den durch das vorspringende Venennetz entstehenden grubigen Maschen eingesenkt, wo sie überdies durch zahlreiche, kleine Haare geschützt sind; bei *C. lycioides*, deren Blätter wohl am weitesten reduziert sind, finden sie sich gleichmäßig über beide Blattseiten zerstreut. Das Diachym ist durchgehends zentrisch oder fast zentrisch gebaut und meist fest geschlossen; es kann mehr oder weniger deutlich geschichtet sein und besteht immer aus palisadenartig gestreckten Zellen, die sich gegen die Unterseite nur wenig lockern. Über das Vorkommen von Schleimzellen habe ich schon oben gesprochen. Die Nerven sind fast stets eingebettet, nur die stärksten bei *Condaliopsis* erreichen die Epidermis beiderseits; Sklerenchym ist in Begleitung der Gefäßbündel nirgends beobachtet, dagegen ist die oben als Gattungscharakter erwähnte Parenchymscheide stets deutlich entwickelt, wenn die Weite ihrer Zellen auch von Art zu Art schwankt. Schleimgänge sind nur bei *C. mexicana* und *C. obovata* gefunden worden. Auch die Haare sind bei den verschiedenen Arten verschieden, stets aber einzellig; bald sind es größere, gleichmäßig von der Basis bis zur Spitze sich verjüngende Haare mit mäßig dicker Wandung, wie bei *C. lycioides* und *C. mexicana*, bald bandförmig abgeplattete, dünnwandige Gebilde wie bei *C. obovata*, wo aber auch die vorhin beschriebene Trichomart neben der bandförmigen vorkommt, oder aber sie sind ganz kurz, stiftförmig, mit bis zum Schwund des Lumens verdickten Wandungen (bei *C. lineata*) und gerade oder gekräuselt; schließlich können sie auch ganz fehlen (bei *C. Parryi*). Die Ausscheidung des oxalsauren Kalkes geschieht fast durchweg in Form von (zuweilen großen) Drusen, die im ganzen Gewebe zerstreut liegen, bei *C. obovata* aber ausschließlich auf einzelne große Zellen in der obersten Palisadenschicht beschränkt bleiben; große Einzelkristalle fehlen vollkommen, wogegen sehr kleine Einzelkriställchen zusammen mit kleinsten Drusen zuweilen ganze Zellen erfüllen. Gerbstoff ist besonders in der Parenchymscheide der Gefäßbündel reichlich abgelagert, findet sich aber bei *C. lineata* besonders noch in großen, verlängerten und etwas erweiterten Palisadenzellen.

Condalia lycioides Weberbauer.
Zizyphus lycioides Gray.
Pringle 1881. Arizona.

Blttb.: zentrisch. — Ep.-Z. groß, polygonal, mit geraden, dünnen Seitenwänden und verdickter Außenwand, in der Mehrzahl verschleimt. — P.-G. 6—7 schichtig, oben und unten fast gleichartig. Schw.-G. fehlend. – Nerven nicht vorspringend, die größten durchgehend, mit dickwandigem Kollenchym die untere Epidermis, mit sehr großzelligem Parenchym die obere Epidermis erreichend, die kleinen eingebettet, alle mit sehr weit-

zelliger, Gerbstoff führender Parenchymscheide; ohne Schleimbehälter. — Spaltöffnungen beiderseits etwas entfernt gestellt. — Kristalle nur Drusen, in Begleitung der Nerven im Parenchym und Kollenchym und sehr kleine zahlreich im Weichbast. — Haare beiderseits, gerade, einzellig, dickwandig, mit zuweilen schwach knotigen Rauhigkeiten an der Außenseite.

Var. *canescens.*

Parish 1181. California.

Wie die typische Form, aber stärker behaart und ohne Kollenchym.

Condalia Parryi Weberbauer.

(*Zizyphus Parryi* Torr.)

Parish 646. California.

Blttb.: zentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite groß, polygonal, mit fast geraden, sehr dünnen Seitenwänden und verdickter Außenwand, in der Mehrzahl verschleimt.; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, mit schwach verbogenen Seitenwänden, sonst wie oben. — P.-G. 6 schichtig, aus ziemlich kurzen, unterseits nur wenig gelockerten Zellen bestehend. — Schw.-G. fehlend. — Nerven 1. Ordnung beiderseits kaum vorspringend; die größten durchgehend, mit weitzelligem Gewebe an die Epidermis stoßend, die anderen eingebettet: alle mit sehr weitzelliger, Gerbstoff führender Parenchymscheide; ohne Schleimbehälter. — Spaltöffnungen nur unterseits. — Kristalle nur Drusen, sehr klein, in Begleitung der Nerven häufig. — Haare fehlen. — *C. lycioides* sehr nahestehend.

Condalia lineata Gray.

Lorentz Nr. 3. Fl. Argentina.

Blttb.: zentrisch. — Ep.-Z. mittelgroß, polygonal, etwas gestreckt, flach, mit geraden, wenig verdickten Seitenwänden und außerordentlich stark verdickter und kutikularisierter Außenwand, nicht verschleimt. — Spaltöffnungen nur unterseits, in tiefe, mit kurzen, gekräuselten Haaren erfüllte Grübchen zwischen dem vorspringenden Netzwerk der Nerven und Venen eingesenkt. — P.-G. kaum geschichtet, durchgehend, eine an die obere Epidermis grenzende Schicht deutlicher ausgeprägt, zahlreiche ihrer Zellen stark erweitert und verlängert, schleimführend, andere gleichfalls verlängert, aber weniger erweitert und Gerbstoff enthaltend, einzelne auch größere oder kleinere Kristalldrusen führend; die unterste Schicht, jedoch nur im Verlauf der Nerven, hypodermartig ausgebildet, ihre Zellen z. T. verschleimt, oft Kristalldrusen oder ganze Haufen kleinster Einzelkristalle enthaltend. — Nerven unterseits vorspringend, eingebettet, mit weitzelliger, Gerbstoff führender Parenchymscheide; Holz-

elemente sehr stark verdickt. — Kristalle meist als Drusen im ganzen Gewebe, besonders in den beiden genannten Schichten, zahlreich; außerdem auch kleinste Drusen und Einzelkriställchen, die in Haufen, namentlich unterseits der Nerven, in erweiterten Palisaden und der hypodermartigen Schicht der Unterseite oft ganze Zellen ausfüllen. — Haare, von den oben erwähnten abgesehen, beiderseits stiftartig, kurz, mit bis zum Schwund des Lumens verdickten Wandungen; die gekräuselten H. in den Grübchen der Unterseite zahlreich. — Sehr charakteristischer Blattbau!

Condalia mexicana Schlecht.

Pringle, Nr. 6353. Queretaro.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, mit fast geraden, unverdickten Seitenwänden und deutlich verdickter Außenwand, ziemlich flach, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner; Kutikula etwas rauh. — Spaltöffnungen nur unterseits, groß. — P.-G. durchgehend, an der Oberseite etwa 3 Schichten, unterseits 2 Schichten etwas kürzerer Palisadenzellen, in der Mitte 1—2 Reihen gelockert. Die oberste Reihe enthält zahlreiche, sehr stark erweiterte und verlängerte schleimführende Zellen (ähnlich wie bei *C. lineata*, doch bedeutend größer) und einzelne, größere Kristalldrusen führende Zellen. Schw.-G. nicht ausgebildet. — Nerven alle mit weitzelliger Parenchymscheide, der Mittelnerv allein unterseits vorspringend und mittels Kollenchyms durchgehend; die übrigen eingebettet, unterseits in ihrer Begleitung unter der Epidermis lockere, weite, zuweilen kristallführende Zellen; Schleimbehälter unter dem Mittelnerv vorhanden. — Kristalle nur Drusen; in Begleitung der Nerven und in erweiterten Palisadenzellen, sowie in dem weitzelligen Gewebe unter den kleinen Nerven und Venen ziemlich zahlreich. — Haare beiderseits, einzellig, gerade, stiftartig, länger als bei *C. lineata* und mit schwächer verdickten Wänden.

Condalia obovata Hook.

Pringle, Nr. 2522. Nuevo Leon.

Blttb.: zentrisch. — Ep.-Z. ziemlich groß, polygonal, mit fast geraden, unverdickten Seitenwänden und ziemlich stark verdickter Außenwand, nicht verschleimt, unterseits kleiner; Kutikula etwas rauh. — Spaltöffnungen nur unterseits, groß. — P.-G. ober- und unterseits aus je 2 Schichten kurzer Zellen gebildet, dazwischen 2—3 Reihen lockeres Schw.-G. — Nerven mit weitzelliger Parenchymscheide, nur die stärksten schwach vorspringend, unterseits mittels dünnwandigen Kollenchyms durchgehend, die übrigen eingebettet; Schleimgänge vorhanden. — Kristalle nur Drusen, in Begleitung der Nerven wenig zahlreich; außerdem sehr große Drusen in erweiterten Zellen unter der oberen Epidermis, die sich oft zwischen die E.-Z.

etwas eindrängen; dieselben sind sehr charakteristisch und schon auf Flächenschnitten zu bemerken. — Haare nur unterseits, wenig zahlreich, 2gestaltig, drehrunde, etwas dickwandige und bandförmig abgeplattete, dünnwandige (die letzteren spärlich); alle einzellig.

Krugiodendron.

Diese von Urban[1]) neu aufgestellte Gattung, deren einzige Species *K. ferreum* Urb. schon lange als *Condalia ferrea* Griseb. oder als *Scutia ferrea* Brongn. bekannt ist, schließt sich nach ihren anatomischen Charakteren aufs engste an *Condalia obovata* an; doch ist letztere nach ihren morphologischen Merkmalen eine echte *Condalia* und kann daher nicht zu *Krugiodendron* gebracht werden. *Condalia* ist nämlich stets durch stark reduzierte Blätter und dornig endende, laubtragende Äste ausgezeichnet, während *Krugiodendron* dornlos ist und voll entwickelte Blätter besitzt. Charakteristisch für *Krugiodendron* ist zuvörderst das Fehlen epidermaler Verschleimung sowie der Schleimgänge unter den Gefäßbündeln, zweitens das Vorkommen großer Kristalldrusen in erweiterten Zellen, besonders der obersten Palisadenschicht, drittens die Parenchymscheide der Gefäßbündel und schließlich das reichliche Vorkommen von Gerbstoff, namentlich in den Epidermiszellen beider Seiten. Äußerlich erinnert unsere Gattung am meisten an *Sarcomphalus*, so daß z. B. Weberbauer[2]) die Vermutung ausspricht, die „*Condalia ferrea*" sei vielleicht ein *Sarcomphalus*. Ich stelle die Gattung als ein vermittelndes Glied zwischen *Condalia* und die beiden sich nahe stehenden Gattungen *Reynosia* und *Sarcomphalus*.

Das Blatt ist zentrisch gebaut und besteht aus 2—7 Schichten Palisadenzellen, von denen 1—2 mehr oder weniger deutlich als Mittellage entwickelt sind; die P.-Z. selbst sind ziemlich kurz. Die Epidermiszellen der Oberseite sind ziemlich groß und tief, sie besitzen wenig gebuchtete, unverdickte Seitenwände, aber eine stark verdickte Außenwand und sind nicht verschleimt, dagegen ebenso wie diejenigen der Unterseite ganz mit Gerbstoff erfüllt; die meisten sind durch eine sekundäre, sehr dünne, vertikale Wand noch einmal geteilt. Die Epidermiszellen der Unterseite sind bedeutend kleiner und nur undeutlich gebuchtet. Spaltöffnungen finden sich nur unterseits und hier sehr zahlreich, sie sind rundlich-oval, weder eingesenkt noch emporgehoben und liegen ziemlich genähert. Die Nerven sind je nach ihrer Stärke verschieden gebaut. Die stärksten (Hauptnerv und Seitennerven 1. Ordnung) gehen beiderseits mittelst kaum verdickter Parenchymzellen durch, welche sowohl Gerbstoff als auch zahlreiche Einzelkristalle und spärliche Drusen enthalten, die schwächeren erreichen entweder die Unter- oder (seltener) die Oberseite mittels

[1]) Urban, Symbolae Antillanae. (Vol. III. fasc. II. 1902. pag. 313 bis 315.)

[2]) Weberbauer in Engl. & Pr. III. 5. 1896, pag. 405.

kristallführender Parenchymzellen; die kleinsten sind ganz eingebettet; eine ziemlich weitzellige Parenchymscheide ist stets vorhanden, sie enthält Gerbstoff und zahlreiche kleine Einzelkristalle; außerdem können aber bei den stärkeren Nerven auch Hartbastelemente entwickelt sein, doch sind sie von keinem wesentlichen Belang, da sie zuweilen auch fehlen. Schleimgänge sind nicht vorhanden. Außer den zahlreichen Einzelkristallen und kleinen Drusen in Begleitung der Nerven treffen wir aber in stark erweiterten Zellen der obersten (seltener der 2.) Palisadenschicht noch große Kristalldrusen, die in ziemlicher Menge dem Blatte eingestreut sind; durch diese Kristalldrusen erinnert *Krugiodendron* außerordentlich an *Condalia obovata*, der sie sich auch durch das Fehlen jeglicher Verschleimung und das Vorhandensein einer Parenchymscheide bedeutend nähert. Haare fehlen vollkommen.

K. ferreum Urb.

Eggers, ed. Töpffer, Nr. 334. St. Thomas.
und
Sintenis, Nr. 3874. Portorico.

Reynosia.

Durch das ruminate Endosperm steht die Gattung *Reynosia* unter allen *Zizypheen* einzigartig da, während sie in ihrem Blattbau sich einigermaßen an *Sarcomphalus* anschließt. Die anatomische Verwandtschaft der beiden Gattungen kommt zunächst in ihren ähnlichen Blattquerschnitten zum Ausdruck (durchgehende Nerven und reichliches Sklerenchym); ebenso wichtig ist das Fehlen epidermaler Verschleimung bei beiden Gattungen, ein Verhalten, von dem nur *Reynosia Wrightii Urb.* eine Ausnahme macht.

In allen übrigen zeigt *Reynosia* derartig wechselnde anatomische Verhältnisse, daß sie (ohne das ruminate Endosperm) als Gattung kaum sicher zu umgrenzen wäre. Denn einerseits verwischen sich die Grenzen der Gruppe *Reynosia-Sarcomphalus* gegen die so gut charakterisierte Gruppe *Rhamnidium-Karwinskia* durch das überraschende Vorkommen von Sekretlücken — von ganz gleichem Bau und Inhalt wie bei der *Rhamnidium*gruppe — bei *Reynosia reticulata* und von großen Citrus-ähnlichen Kristallen bei *Reynosia Northropiana*, andrerseits gegen die Gruppe der an *Condalia* sich anschließenden Gattungen durch das Auftreten epidermaler Verschleimung und dünnwandiger, fast parenchymatischer Nervenscheiden bei *Reynosia Wrightii*, und schließlich steht *Reynosia revoluta* mit ihren eigenartiges, angenehm nach Birnen duftendes Gummiharz führenden Sekretgängen unter den Gefäßbündeln (von beinahe übereinstimmendem Bau mit den Sekretlücken von *Rhamnidium* und *Karwinskia*) ganz isoliert da.

Es lassen sich demnach für diese Gattung kaum durchgehende Merkmale aufstellen, obwohl eine größere Anzahl von

Arten eine gewisse gegenseitige Übereinstimmung in z. T. wesentlichen Punkten zeigen, so z. B. im Bau und Verlauf der Nerven, aber immer ist es die eine oder andre Art, die in das aus den übrigen abstrahierte Schema nicht hineinpaßt. Es wird daher vielleicht am besten sein, keine Verallgemeinerungen zu konstruieren, sondern, uns allein an den Tatbestand haltend, gleich die einzelnen Arten zu beschreiben.

Ein immerhin ziemlich durchgehendes Merkmal bildet die Größe und Form der Spaltöffnungen, die hier auffallend breit-oval sind und einen weitklaffenden Vorhofspalt besitzen. Auf die Spaltöffnungsverhältnisse braucht also in folgendem nur soweit eingegangen zu werden, als es sich um ihre dichtere oder gedrängtere Verteilung über die Epidermis handelt.

Äußerlich ist die Gattung durch meist lederig-fiedernervige Blätter ausgezeichnet.

Reynosia Guama Urb.

Eggers, ed. Toepffer 778. St. Thomas.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite unregelmäßig polygonal, mittelgroß, mit geraden, fast unverdickten Seitenwänden und verdickter Außenwand; Ep.-Z. der Unterseite durchschnittlich viel kleiner, über den Nerven etwas erweitert, immer gestreckt, mit schwach verdickten Wandungen. — Spaltöffnungen einer Masche durchschnittlich 14—16, selten bis 20, nicht vorspringend. — P.-G. 2—3schichtig. — Schw.-G. locker, aus sehr dünnen, gestreckten Zellen gebildet; Nerven sehr zahlreich, sehr enge Maschen bildend, alle durchgehend, mit geschlossener Sklerenchymscheide. Sklerenchym schwach verdickt. — Kleine Einzelkristalle und Drusen in Begleitung der Nerven häufig.

Reynosia Krugii Urb.

Sintenis Nr 2449. Portorico.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite unregelmäßig polygonal, mittelgroß, mit geraden, fast unverdickten Seitenwänden und verdickter Außenwand; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, über den Nerven kaum verschieden, immer etwas gestreckt, Felderung etwas undeutlicher. — Spaltöffnungen einer Masche meist 12—14, selten mehr, unmerklich vorspringend. — P.-G. 2schichtig, untere Schicht schon etwas gelockert und kürzer, in das breit entwickelte, aus dünnen, gestreckten Zellen bestehende Schw.-G. übergehend. — Nerven zahlreich, fast wie bei voriger; Sklerenchym stark verdickt. — Kleine Einzelkristalle in Begleitung der Nerven häufig; kleinste Drusen nur im Weichbast.

Reynosia uncinata Urb.

Sintenis, Nr. 3770. Portorico.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite bedeutend größer als bei den vorigen Arten, mit geraden oder schwach welligen

Seitenwänden, jedoch äußerst stark verdickter Außenwand, mit etwas gewellter und rauher Kutikula; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, in den Maschenfeldern mit weniger, über dem Nerven- und Venennetz mit stärker verdickten Seitenwänden, Außenwand wenig verdickt. — Spaltöffnungen bei der bedeutenderen Größe der Masche zahlreicher. in einem Felde 20 und mehr, unmerklich vorspringend. — P.-G. nicht in deutlichen Schichten gelagert, etwa 4 Palisaden tief, P.-Zellen sehr eng und lang. — Schw.-G. ziemlich locker, wie bei den vorigen. — Nerven wie bei den vorigen; Sklerenchym sehr dickwandig. — Kleine Einzelkristalle in Begleitung der Nerven sehr zahlreich.

Reynosia septentrionalis Urb.

Eggers, N. 4077. India occidentalis.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite fast gleich groß wie bei *R. uncinata*, in der Mitte der Venenmaschen am größten, mit fast geraden, schwach verdickten Seitenwänden und stark verdickter Außenwand, jedoch ziemlich dünner Kutikula; Ep.-Z. der Unterseite viel kleiner, mit fast durchweg deutlich verdickten Seiten- und Außenwänden. — P.-G. 2—3schichtig, allmählich in das ziemlich lockere Schw.-G. übergehend. — Nerven wie bei den vorigen, Sklerenchym sehr dickwandig. — Oberseits ein aus dünnwandigen Zellen bestehendes, fast durchgehendes, einschichtiges Hypoderm vorhanden. — Kleine Einzelkristalle in Begleitung der Nerven sehr zahlreich. — Spaltöffnungen in meist kleineren Maschen angeordnet, deren Begrenzungslinien freilich oft nicht durchgeführt sind, so daß 2 Maschen häufig miteinander in Verbindung stehen, durch Vereinigung zweier Maschen bis über 20, unmerklich vorspringend.

Reynosia Northropiana Urb.

Northrop, Nr. 510. Bahamas.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite groß, polygonal, mit geraden, wenig verdickten Seitenwänden und stark verdickter Außenwand, auffallend tief, tiefer als breit, mit Gerbstoff angefüllt; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend größer als bei den andern Arten. — Spaltöffnungen der meist undeutlicheren Maschen meist mehr als 20, schmal, elliptisch. — P.-G. 2schichtig. Schw.-G. ziemlich locker, wie bei den vorigen. — Nerven alle durchgehend mit geschlossener Sklerenchymscheide; Sklerenchym mittelstark verdickt, nur unter den größeren Nerven sehr stark verdickt; Kollenchym reichlich getüpfelt; Schleimgänge unterseits vorhanden, ziemlich weit, epithellos. — Kleine Einzelkristalle in Begleitung der Nerven sehr häufig; Drusen äußerst spärlich; große Einzelkristalle (klinorhombische Prismen) vereinzelt in erweiterten Zellen der oberen Palisadenschicht. — Gerbstoff in der oberen Epidermis. — Art mit ganz abweichenden Eigenschaften!

Reynosia revoluta Urb.

(*Rhamnidium* Griseb.)

Wright 2097. Cuba.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite polygonal, mittelgroß, mit geraden, kaum verdickten Seitenwänden und wenig verdickter Außenwand; Ep.-Z. der Unterseite sehr klein, unverdickt, über den Gefäßbündeln größer und gestreckt. — Spaltöffnungen in sehr kleinen Maschen zu 15—30 eng gedrängt. — Hypoderm vorhanden, etwas großzelliger als die Epidermis, Gerbstoff führend. — P.-G. 1—2 schichtig, allmählich in das lockere Schw.-G. übergehend. — Nerven alle durchgehend, mit geschlossener Sklerenchymscheide, Sklerenchym sehr dickwandig, in den stärkeren Nerven unter dem Gefäßbündel Sekretgänge vorhanden, mit mehrschichtigem, flachzelligem Epithel, dessen innerste Zellschicht fingerartig in den Hohlraum vorspringt (wie bei den Sekretlücken von *R. reticulata* etc.) mit harzartigem, gelbgrauem Inhalt, der in Alkohol löslich ist und angenehm nach Birnen duftet. — Kleine Einzelkristalle und Drusen in Begleitung der Nerven zahlreich. — Gerbstoff im ganzen Gewebe mit Ausnahme der Epidermis reichlich. — Durch die Sekretgänge sehr eigentümlich!

Reynosia Wrightii Urb.

Rhamnidium retusum Griseb.

Wright 2096. Cuba orientalis.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite rundlich-polygonal, ziemlich groß, mit dünnen Seitenwänden und unverdickter Außenwand, zum großen Teil verschleimt: Ep.-Z. der Unterseite viel kleiner und flacher. — Spaltöffnungen in ungleichen Maschen locker zerstreut. — P.-G. 3 schichtig, sehr kurzzellig, allmählich in das lockere Schw.-G. übergehend. — Nerven alle durchgehend, mit weitzelliger, Gerbstoff führender Parenchymscheide. Sklerenchym vollständig fehlend. — Kleine Kristalldrusen in Begleitung der Nerven wenig zahlreich. — Gerbstoff besonders in Begleitung der Gefäßbündel reichlich. — Durch die verschleimte Epidermis und die Parenchymscheide an *Condalia* erinnernd und innerhalb der Gattung *Reynosia* ganz isoliert stehend!

Reynosia retusa Griseb.

Wright 2105. Cuba.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite polygonal, mittelgroß, tiefer als breit, mit geraden, verdickten Seitenwänden und sehr stark verdickter Außenwand; Ep.-Z. der Unterseite sehr klein, mit unverdickten Wänden, über den Gefäßbündeln etwas weiter. — Spaltöffnungen meist in größeren Maschen zu 20—40, sehr klein. — P.-G. 2—3 schichtig, allmählich in das aus kürzeren Elementen zusammengesetzte Schw.-G. übergehend. — Nerven

alle durchgehend, meist sehr schmal, mit geschlossener Sklerenchymscheide, Sklerenchym sehr dickwandig, außerordentlich kräftig und reichlich entwickelt. — Kleine Einzelkristalle in Begleitung der Nerven ober- und unterseits reichlich. — Gerbstoff im ganzen Gewebe, aber nicht in der Epidermis vorhanden.

Reynosia reticulata Urb.

(*Rhamnidium* Griseb.)

Wright 2095. Cuba orientalis.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite polygonal, groß, tiefer als breit, mit geraden, etwas verdickten Seitenwänden und stark verdickter Außenwand; Ep.-Z. der Unterseite viel kleiner und flacher. — Spaltöffnungen in ungleich großen Maschen unregelmäßig zerstreut, etwas eingesenkt. — P.-G. 1schichtig, mit zahlreichen, erweiterten, Gerbstoff führenden Zellen, allmählich in das ziemlich geschlossene Schw.-G. übergehend. — Nerven, mit Ausnahme der kleinsten, alle durchgehend, die stärkeren oberseits mit einer großen, unterseits mit einer kleinen Gruppe stark verdickten Sklerenchyms, in der Mitte mit dünnwandigen, Gerbstoff führenden Begleitzellen. — Kleine Einzelkristalle in Begleitung der Nerven zahlreich. — Sekretlücken von Bau und Inhalt wie bei *Rhamnidium* und *Karwinskia* im Mesophyll vorhanden. — Gerbstoff besonders in der Epidermis, in erweiterten Palisadenzellen und in dünnwandigen Begleitzellen der Nerven reichlich. — Das einzigartige Vorkommen von Sekretlücken bei *Reynosia* ist sehr bemerkenswert.

Sarcomphalus.

Die Gattung *Sarcomphalus* steht nicht nur äußerlich der Gattung *Reynosia* sehr nahe, sondern es finden sich auch mehrere Andeutungen in der Blattstruktur, die auf eine nähere Verwandtschaft der beiden Gattungen hinweisen; immerhin läßt das ruminate Endosperm *Reynosia* stets sicher erkennen. Charakteristisch für das Blatt von *Sarcomphalus* ist stets ein 1—2schichtiges Hypoderm, doch genügt dasselbe zu einer Abtrennung von *Reynosia* deswegen nicht, weil sowohl bei *R. septentrionalis* als bei *R. revoluta* Hypoderme vorkommen.

Im übrigen ergaben sich folgende Verhältnisse. Der Blattbau ist bifazial oder subzentrisch, insofern die Abgrenzung zwischen Palisaden- und Schwammgewebe mehr oder weniger deutlich hervortritt; stets aber fügt sich letzteres aus palisadenartig gestreckten Zellen zusammen, die in höherem und geringerem Grade die charakteristische Lockerung des Pneumatenchyms erkennen lassen. Die Epidermis besteht aus oberseits etwas tieferen, unterseits flacheren, ziemlich kleinen, meist 4eckigen, unregelmäßig angeordneten Zellen, die nie verschleimt sind. Spaltöffnungen sind stets auf die Unterseite beschränkt, sie sind auffallend klein und außerordentlich zahlreich. Ein Hypoderm,

dessen Zellen größer als die der Epidermis sind, ist stets oberseits vorhanden; es ist entweder 1- oder 2schichtig, unterseits fehlt es. Alle Nerven sind durchgehend; eine Sklerenchymscheide ist bei den Seitennerven 1. Ordnung entweder nur schwach ausgebildet oder fehlt ganz; sie erreichen in der Regel die Epidermis mittels Kollenchyms, das mehr oder weniger deutlich entwickelt sein kann; bei *S. laurinus* findet sich oberseits statt des Kollenchyms eine Gruppe stark sklerosierter Zellen; die kleineren Nerven stoßen beiderseits mittels schwach sklerosierter, meist getüpfelter, den Bündelelementen paralleler Zellen an die Epidermis. Schleimgänge fehlen stets.[1]) — Was schließlich die Kristalle betrifft, so beobachten wir sowohl Drusen als Einzelkristalle von mittlerer Größe nebeneinander in Begleitung der Gefäßbündel; Drusen finden sich auch in vielen Palisadenzellen, im Weichbast und bei einer Art (*S. laurinus*) in Zellen der inneren Hypodermschicht. Haare können vorhanden sein oder fehlen; sie sind gerade, 1- bis wenigzellig, dick- oder dünnwandig und nicht für die Gattung charakteristisch. Der Gerbstoff ist fast im ganzen Gewebe mit Ausnahme der Epidermis ziemlich reichlich gespeichert, besonders aber in den Begleitzellen der Gefäßbündel und im Hypoderm.

Sarcomphalus reticulatus Urb.
(*Zizyphus reticulata* Vahl.)
1. Sintenis, Nr. 3446. Portorico.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite klein, meist fast rechteckig, aber unregelmäßig angeordnet, ebenso tief als breit, mit geraden, kaum verdickten Seitenwänden und wenig verdickter Außenwand, zuweilen durch eine horizontale Wand geteilt, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, flacher und dünnwandiger. — Hypoderm einschichtig, seine Zellen größer als die der Epidermis, stellenweise horizontal geteilt. — Spaltöffnungen nur unterseits. — P.-G. 3schichtig, aus ziemlich langen Zellen gebildet, allmählich ins 3—4schichtige, palisadenartige Schw.-G. übergehend. — Nerven alle durchgehend; die größeren unterseits stark vorspringend, mit oben offener, schwach ausgebildeter Sklerenchymscheide, beiderseits mittels großzelligen, auf den Querwänden getüpfelten Kollenchyms die Epidermis erreichend; die kleineren unterseits eingezogen, beiderseits mittels gestreckter, schwach sklerosierter, reichlich getüpfelter Zellen an die Epidermis stoßend; Schleimgänge fehlen. — Kristalle als Drusen und Einzelindividuen in Begleitung aller Nerven häufig, Drusen besonders im Kollenchym; kleine Drusen auch in verkürzten Zellen der 2. Palisadenschicht und im Weichbast. — Haare nur unterseits an den Nerven, 1- bis wenigzellig, gerade abstehend, sehr dickwandig, mit breitem, getüpfeltem Fuß zwischen den Epidermiszellen inseriert.

[1]) Vergl. Guignard et Colin, Réservoirs à gomme chez l. Rhamnées. (Bull. Soc. bot. de France. Bd. XXXV. 1888. pag. 325.)

2. Crudy? Stae. Crucis insula.

Mesophyll aus weniger Schichten gebildet. — Sklerenchymscheide und Kollenchym kräftiger ausgebildet. — Drusen im Kollenchym fehlend, überhaupt das Blatt kristallärmer.

Sarcomphalus crenatus Urb.

Picarda, Nr. 550. Haïti.

Dem vorigen sehr ähnlich! — Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite wenig größer als bei *S. reticulatus*, sonst gleich; ebenso die der Unterseite. — Spaltöffnungen zahlreicher. — Hypoderm 1schichtig, aus wenig flacheren, fast nie horizontal quergeteilten Zellen gebildet. — P.-G. 3schichtig, fast unmerklich in das etwa 4schichtige, palisadenartige, wenig gelockerte Schw.-G. übergehend. — Nerven alle durchgehend; die größeren unterseits stark vorspringend, mit oben offener, schwach ausgebildeter Sklerenchymscheide, beiderseits mittels einer breiten Zone Kollenchym die Epidermis erreichend; die kleineren unterseits nicht eingezogen, sonst wie bei voriger; Schleimgänge fehlen. — Kristalle nur als Drusen sehr spärlich über den kleineren Gefäßbündeln, zahlreich dagegen, aber nur von geringer Größe, in den Palisadenzellen und im Weichbast. — Haare äußerst spärlich, nur unterseits, gerade, einzellig, wenig dickwandig.

Sarcomphalus domingensis Krug. und Urb.

Eggers, Nr. 1801. St. Domingo.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite noch kleiner als bei den vorhergehenden Arten, mit nur sehr wenig verdickter Außenwand; Ep.-Z. der Unterseite wie bei den vorigen. — Spaltöffnungen nur unterseits. — Hypoderm 2—1schichtig; selten stellenweise in nächster Nähe der Nerven 3schichtig; seine Zellen bedeutend größer als die der Epidermis. — P.-G. (typisch) 2schichtig, übergehend in das palisadenartige, etwas gelockerte, 5—6schichtige Schw.-G., das sich übrigens in der Form seiner Elemente kaum von den typischen Palisaden unterscheidet. — Nerven alle durchgehend; die größeren unterseits kaum vorspringend, beiderseits mittels sehr dünnwandigen weitzelligen Gewebes, das kaum mehr die Bezeichnung Kollenchym verdient, die Epidermis erreichend, ohne Sklerenchymscheide; die kleineren mittels ziemlich weiter, etwas gestreckter, schwach sklerosierter und getüpfelter Zellen an die Epidermis stoßend; Schleimgänge fehlen. — Kristalle fast fehlend, auf die wenigen, sehr kleinen Drusen im Weichbast beschränkt. — Haare fehlen.

Sarcomphalus laurinus Griseb.

Campbell, Nr. 5883. Jamaica.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. etwa wie bei *S. crenatus*, nicht verschleimt. — Spaltöffnungen nur unterseits, sehr zahl-

reich. — Hypoderm 2schichtig, seine Zellen wenig größer als die der Epidermis, ziemlich dünnwandig; untere Schicht reich an mittelgroßen Kristalldrusen, dieselbe kann auf kurze Strecken fehlen und von Palisaden ersetzt sein. — P.-G. 8schichtig, in seinen untersten Schichten (Schw.-G.) etwas verkürzt, kaum gelockert. — Nerven alle durchgehend, nicht vorspringend; die größeren oberseits mit einer Gruppe stark sklerenchymatischer Zellen an das Hypoderm stoßend, unterseits mittels spärlichen Kollenchyms die Epidermis erreichend; die kleinen mittels ziemlich weitlumiger, in der Richtung des Gefäßbündels gestreckter, etwas verdickter, ungetüpfelter Zellen durchgehend; Schleimgänge fehlen. — Kristalle nur als Drusen ausgebildet; in Begleitung der Nerven ober- und unterseits häufig und in der unteren Schicht des Hypoderms. — Haare fehlen.

Karwinskia.

Eng an *Rhamnidium* sich anschließend, aber auch durch gewisse Verhältnisse an die ihr habituell nicht unähnliche Gattung *Berchemia* erinnernd, ist *Karwinskia* eine der best charakterisierten Gattungen der *Zizypheen*. Sie ist in allererster Linie durch ihre schon makroskopisch deutlich wahrnehmbaren „schwarzen Drüsenpunkte" ausgezeichnet, die wir zwar auch bei *Rhamnidium* kennen lernen werden, die aber bei *Karwinskia* weit reichlicher entwickelt sind und im Verlauf der Gefäßbündel sowie am Rande des Blattes eine ganz regelmäßige Anordnung erfahren haben; sie kommen fast allen Teilen der Pflanze zu und wurden schon früher beobachtet[1]), auch von Blenk[2]) werden sie erwähnt. In ihrer Form unterscheiden sich die Sekreträume, welche diese dunklen Drüsenpunkte hervorrufen, je nach ihrer Lage, indem sie im Diachym fast kugelige, im Verlauf der Gefäßbündel aber spindelförmige Gestalt besitzen; an den Nerven stellen sie sich äußerlich als dunkle Strichelchen dar, welche in regelmäßigen Abständen aufeinander folgen und dadurch dem Blatt ein höchst eigentümliches Aussehen verleihen. Ihren inneren Bau habe ich namentlich an Material von *K. glandulosa* eingehender studiert. Der mit dunklem, undurchsichtigem Sekret erfüllte Raum wird von einem mehrschichtigen, aus sehr flachen Zellen gebildeten Epithel ausgekleidet, dessen innerste Zellen zu langen, fingerförmigen, in dem Sekretraum frei en-

---

[1]) Zuccarini, Plantarum novarum fasc. I. pag. 351. Abh. d. Münchn. Akad. 1832, wo es bei *K. glandulosa* von den Blättern heißt: „Folia . . . . . subtus ad nervos glandulis linearibus atropurpureis notata, inter nervos aliis glandulis plurimis minutis atrosanguineis obsita"; ebenso werden auch für beinahe alle übrigen Teile der Pflanze diese Drüsenpunkte angeführt.

Humboldt u. Bonpland, Nova genera et species plant. Tom. VII. 1825. pag. 52. — Hier heißt es von den Blättern der *K. Humboldtiana* „subtus . . . . praesertim ad marginem tuberculis punctiformibus glandulosis nigris sparsim obsita.

[2]) Blenk, Über die durchsichtigen Punkte in den Blättern. (Flora. 1884. pag. 356, (69)).

digenden Fortsätzen ausgezogen sind: diese sondern das Sekret ab und sind selbst damit ganz erfüllt; oft konnte auch eine Quergliederung dieser Fortsätze beobachtet werden. Die Sekretlücken erinnern in ihrem Bau einigermaßen an diejenigen von *Lonchocarpus glabrescens*, welche Köpff[1]) folgendermaßen beschreibt: „*L. gl.* führt schizogene Sekreträume mit einer Epithelschicht, deren lückenlos aneinander geschlossene Zellen nach innen zu langen, fingerförmigen Papillen ausgezogen sind.“ Ihr Inhalt zeigt sich gegen Wasser, Alkohol und Äther sehr widerstandsfähig, erst wenn er durch Eau de Javelle gewissermaßen aufgeschlossen ist, können wir einen lösenden Einfluß des Wassers beobachten, welchem ein großer Teil der aus verschiedenen Substanzen zusammengesetzten Masse unterliegt; der nicht gelöste Rest wird von Alkohol weiter gelöst, bis schließlich nur noch winzige in Äther lösbare Bestandteile übrig bleiben. In verdünnter Kalilauge quillt die Masse sehr rasch auf, ohne indes eine Farbenreaktion zu zeigen. Dadurch unterscheidet sie sich wesentlich von dem ähnlichen bei *Hypericum* von Blenk[1]) erwähnten Sekret, das mit Kalilauge einen Farbenumschlag nach Grün erleidet. Auch von dem Inhalt der ähnlich gebauten Sekretlücken von *Lonchocarpus*, der sich als ein in Alkohol leicht lösliches, goldgelbes Harz erweist, ist sie vollkommen verschieden. Wir haben also in diesen Sekretbehältern eine höchst eigentümliche Bildung vor uns, welche durch ihr gleichzeitiges Auftreten bei *Karwinskia* und *Rhamnidium* außerordentlich für deren nahe Verwandtschaft spricht; in keiner der übrigen Gattungen der *Rhamneen* mit Ausnahme der *Reynosia reticulata* (vergl. diese) ist etwas Ähnliches bekannt.

Auch in der Struktur des Blattes finden sich gewisse Beziehungen zwischen beiden Gattungen angedeutet: die schon in dem ähnlichen Querschnittsbild beider ihren Ausdruck finden; doch wesentlich unterscheidet sich *Karwinskia* von *Rhamnidium* durch das vollkommene Fehlen epidermaler Verschleimung.

Der Blattbau ist bifazial-subzentrisch, d. h. das Diachym ist durchweg aus palisadenartigen Zellen zusammengesetzt, die auf der Oberseite ziemlich deutlich geschichtet sind, sich aber gegen die Unterseite mehr oder weniger lockern und unregelmäßiger anordnen; zuweilen sind die Palisadenzellen quergeteilt. Große und kleine Nerven sind stets durchgehend, die größeren mittels kollenchymatischen Gewebes die Epidermis erreichend und unterseits vorspringend, die kleinen oft etwas eingezogen. Sklerenchymelemente können vorhanden sein oder fehlen; konstant sind dagegen die Schleimbehälter unter den Gefäßbündeln (wie bei *Rhamnidium* und *Berchemia*). Die Epidermis besteht oberseits aus ziemlich großen, polygonalen, dünnwandigen, etwas flachen Zellen; unterseits sind sie viel kleiner und mit Ausnahme der

[1]) F. Köpff, Über d. anat. Charaktere der *Dalbergieen*, *Sophoreen* und *Swartzieen*. (Dissert., Erlangen.) München 1892. pag. 68. tab. II. Fig. 13.

[2]) Blenk, Über die durchsichtigen Punkte in den Blättern. (Flora. 1884. pag. 112 (26.))

über den Nerven liegenden Zellen mehr oder weniger papillös. Bei einer Art *(K. Humboldtiana)* sind die Papillen sogar außerordentlich stark entwickelt, lang zapfenförmig vorspringend und so dicht gestellt, daß sie sich fast berühren. Spaltöffnungen finden sich nur unterseits. Von Kristallen treffen wir regelmäßig kleine Einzelkristalle in Begleitung der Nerven und sehr große Einzelkristalle (klinorhombische Prismen), die zuweilen fast die ganze Blattdicke durchsetzen, in der obersten Schicht der Palisadenzellen; sie verursachen durchsichtige Punkte (vergl. Blenk). Der eigentümlichen Sekreträume ist schon oben Erwähnung getan. Haare fehlen vollkommen.

Karwinskia glandulosa Zucc.
Karwinski. Mexiko.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite groß, polygonal, wenig nach einer Richtung gestreckt, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und wenig verdickter Außenwand, ziemlich flach, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner, mit papillös vorgewölbter Außenwand. — Spaltöffnungen nur unterseits. — P.-G. 2schichtig, übergehend in das 2schichtige, palisadenartige, aber etwas gelockerte Schw.-G. — Nerven alle durchgehend, ohne Sklerenchymscheide; die größeren mittels wenig verdickten Kollenchyms beiderseits die Epidermis erreichend, unterseits vorspringend, die kleinen mittels kaum verdickter, in der Gefäßbündelrichtung gestreckter Zellen beiderseits an die Epidermis stoßend, unterseits etwas eingezogen; Schleimgänge im Kollenchym vorhanden. — Kristalle nur als Einzelindividuen ausgebildet; kleine in Begleitung der Nerven wenig häufig; sehr große klinorhombische Prismen[1]) sind dagegen in stark erweiterten Palisadenzellen sehr häufig und durchsetzen in ihren größten Exemplaren fast die ganze Blattdicke. — Haare fehlen. — Sekreträume sehr zahlreich.

Karwinskia sessilifolia Schlecht.
Pringle, Nr. 8424. Mexiko.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und etwas verdickter Außenwand, ebenso tief als breit, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner, tiefer als breit, mit deutlich papillös vorgewölbter Außenwand. — Spaltöffnungen nur unterseits. — P.-G. 2schichtig. — Schw.-G. 3—4schichtig, palisadenartig, aber aus kürzeren, etwas gelockerten Zellen bestehend. — Nerven alle durchgehend, die größeren mit schwach entwickelter Sklerenchymscheide, mittels Kollenchyms die Epidermis erreichend, unterseits vorspringend; die kleineren mittels wenig verdickter, etwas gestreckter Zellen beiderseits an die Epidermis stoßend; Schleimgänge im Kollenchym vorhanden. — Kristalle nur

[1]) Ähnlich wie bei *Rhamnus*.

als Einzelindividuen ausgebildet, wie bei *K. glandulosa*, aber nicht ganz diese bedeutende Größe erreichend. — Haare fehlen. — Sekreträume weniger zahlreich.

Karwinskia Humboldtiana Zucc.
Heyde et Lux. Guatemala.

Blttb.: bifazial-subzentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite wie bei *sessilifolia;* Ep.-Z. der Unterseite sehr tief, klein, in eine lange, zapfenartige Papille vorgezogen. — Spaltöffnungen nur unterseits, durch die papillöse Vorwölbung der benachbarten Zellen in Grübchen verlegt, über die sich die Papillen herüberneigen. — P.-G. 2schichtig, übergehend in das palisadenartige, etwas gelockerte 2schichtige Schw.-G. — Nerven alle durchgehend; die größeren mit schwach entwickelter Sklerenchymscheide, beiderseits mittels Kollenchyms die Epidermis erreichend, unterseits vorspringend; die kleinen mit wenig verdickten, etwas gestreckten Zellen beiderseits an die Epidermis stoßend; Schleimgänge im Kollenchym vorhanden. — Kristalle wie bei *K. sessilifolia.* — Haare fehlen. — Sekreträume sehr zahlreich.

Rhamnidium.

Durch das Vorkommen von großen Einzelkristallen im Palisadengewebe, das Auftreten von Sekreträumen im Blattgewebe sowie im Kollenchym der Nerven und die Tendenz der unteren Epidermiszellen, sich papillös vorzuwölben, schließt die Gattung *Rhamnidium* eng an *Karwinskia* an, unterscheidet sich jedoch durch den Besitz einer verschleimten Epidermis und einzelliger Haare von ihr ganz wesentlich. Immerhin stehen diese beiden Gattungen sich anatomisch näher als irgend 2 andere aus der Tribus der *Zizypheen.*

Der Blattbau ist bifazial. Das P.-G. besteht aus 1—2 Schichten ziemlich kurzer Zellen, während das Schw.-G. stets mehrschichtig und locker gefügt ist. In erweiterten Zellen des P.-G. finden sich zahlreiche große Einzelkristalle (typisch klinorhombische Prismen), welche jedoch die Größe derjenigen von *Karwinskia* nicht erreichen. Die Nerven sind mit Ausnahme der kleinsten durchgehend; die Seitennerven 1. Ordnung erreichen die Epidermis beiderseits mittels schwach verdickten Kollenchyms und springen unterseits vor; diejenigen 2. Ordnung sind beiderseits mittels gestreckter, schwach sklerenchymatischer und zuweilen getüpfelter Zellen mit der Epidermis in Verbindung, während die allerkleinsten der Blattunterseite sehr nahe gerückt sind und entweder nur hier an die Epidermis stoßen oder ganz eingebettet sind. Schleimgänge finden sich im Kollenchym der Nerven wie bei *Karwinskia* und *Berchemia.* Die Epidermis besteht oberseits aus ziemlich großen polygonalen Zellen mit geraden, unverdickten Seitenwänden und sehr wenig verdickter Außenwand, von denen eine größere oder geringere Zahl ver-

schleimte Innenmembranen besitzt; die Ep.-Z. der Unterseite sind bedeutend kleiner und bei *Rh. cognatum* und *elaeocarpum* etwas papillös vorgewölbt. Diese beiden Arten besitzen auch Haare, *Rh. cognatum* nur auf der unteren Blattseite, *Rh. elaeocarpum* beiderseits; dieselben sind einzellig, bei *Rh. cognatum* sehr dickwandig, bei *Rh. elaeocarpum* ziemlich dünnwandig. Außer den großen, für die ganze Gattung charakteristischen Einzelkristallen im P.-G. finden sich bei *Rh. glabrum* und *elaeocarpum* auch kleine Einzelkristalle über und unter den Nerven in größter Menge. Gerbstoff ist im ganzen Gewebe reichlichst abgelagert, bei *Rh. glabrum* spärlich auch in der Epidermis. Die Sekreträume sind genau ebenso gebaut, wie bei *Karwinskia*, so daß ich mir eine nochmalige Beschreibung ersparen kann; auch das harzige Sekret zeigt die gleiche Beschaffenheit.

Rhamnidium glabrum Reiß.
Riedel. Brasilien.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Unterseite ziemlich groß, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und schwach verdickter Außenwand, einzelne verschleimt, aber kaum größer, Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner und flacher. — Spaltöffnungen nur unterseits, sehr zahlreich, klein, oval. — P.-G. 2 schichtig. — Schw.-G. mehrschichtig, ziemlich locker. — Nerven mit Ausnahme der kleinsten, welche der Unterseite nahe gelegt sind, durchgehend, die größten beiderseits mittels schwach verdickten Kollenchyms die Epidermis erreichend, die kleineren mittels schwach sklerenchymatischer Zellen an die Epidermis stoßend; Sklerenchymscheide schwach entwickelt; Schleimgänge vorhanden. — Einzelkristalle von mittlerer Größe zahlreich in den obersten Palisaden; kleine Einzelkristalle in Begleitung der Nerven reichlichst. — Sekreträume besonders in den Nerven, ziemlich häufig. — Gerbstoff im ganzen Gewebe reichlich, auch in der Epidermis. — Haare fehlen.

Rhamnidium cognatum Reiß.
Sello. Brasilien.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite wie bei voriger, aber zahlreichere, oft ganze Gruppen, verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite, mit Ausnahme derer über den Nerven, stumpf papillös vorgewölbt. — Spaltöffnungen nur unterseits, zahlreich, klein, oval. — P.-G. 1 schichtig. — Schw.-G. mehrschichtig, ziemlich locker. — Nerven je nach ihrer Stärke verschieden, die stärksten durchgehend, beiderseits mittels schwach verdickten Kollenchyms die Epidermis erreichend, die kleineren nur unterseits an die Epidermis stoßend, die kleinsten eingebettet; Sklerenchymscheide schwach entwickelt; Schleimgänge vorhanden. — Einzelkristalle von bedeutender Größe in der Palisadenschicht, meist mehr als die Hälfte der Blattbreite durchsetzend;

kleine Einzelkristalle in Begleitung der Nerven fehlen. — Sekreträume häufiger als bei voriger. — Gerbstoff im ganzen Gewebe ziemlich reichlich. — Haare beiderseits, oberseits spärlich, einzellig, sehr dickwandig.

Rhamnidium elaeocarpum Reiß.
Shotzky. Brasilien.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite wie bei den vorigen, nur einzelne verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite schwach papillös vorgewölbt. — Spaltöffnungen nur unterseits, klein, zahlreich, oval. — P.-G. 2schichtig. — Schw.-G. mehrschichtig, locker. Nerven alle durchgehend; die größten unterseits stark vorspringend, beiderseits mittels schwach verdickten Kollenchyms die Epidermis erreichend, die kleineren mittels wenig verdickten, getüpfelten, im Verlauf der Gefäßbündel gestreckten Zellen an die Epidermis stoßend; nur einzelne, stark verdickte Sklerenchymelemente vorhanden; Schleimgänge vorhanden. — Einzelkristalle von bedeutender und auch geringerer Größe in der oberen Palisadenschicht sehr häufig; kleine Einzelkristalle in Begleitung der Nerven sehr zahlreich. — Sekreträume in Nerven und Diachym zahlreich. — Gerbstoff im ganzen Gewebe ziemlich reichlich. — Haare beiderseits, oberseits spärlich, länger als bei voriger, einzellig, ziemlich dünnwandig.

Berchemia.

Neben dem Fehlen der Drüsenpunkte, welches allein schon *Berchemia* von *Karwinskia* wohl unterscheidet, sind auch die anatomischen Merkmale dazu angetan, die beiden Gattungen zu trennen. Nur in der Ähnlichkeit des Querschnittsbildes, im Vorkommen der Schleimgänge unter den Gefäßbündeln und der Tendenz der unteren Epidermiszellen sich papillöss vorzuwölben, zeigen sich verknüpfende Punkte. Vor allem charakteristisch für *Berchemia* ist die schleimführende Epidermis und das Fehlen großer Einzelkristalle im Palisadengewebe.

Der Blattbau ist stets bifazial, wir finden nämlich fast immer 1—2 Schichten typischer Palisadenzellen und darunter meist ein recht lockeres Schwammgewebe, das keine deutliche Schichtung erkennen läßt und nur bei *B. yemensis* palisadenartig gestaltet ist; beide Gewebe sind ziemlich arm an Gerbstoff. Die Epidermis besteht oberseits aus ziemlich großen, tiefen Zellen von polygonaler Gestalt mit geraden, unverdickten Seitenwänden und wenig verdickter Außenwand, während die E.-Z. der Unterseite etwas kleiner sind und stets die Tendenz besitzen, sich papillös vorzuwölben; am wenigsten deutlich ist das bei *B. yemensis*, wo wir statt dessen in den Zellen um die Spaltöffnungen stark linsenförmig verdickte Außenwände finden, dagegen weist *B. racemosa* ganz deutliche, kegelförmige Papillen auf. Auffallend ist bei den zum großen Teil schleimführenden Zellen der oberen

Epidermis der gerbstoffartige Inhalt, welcher das über der verschl. Innenmembran befindliche Lumen erfüllt. Spaltöffnungen kommen nur unterseits vor und sind hier meist ziemlich entfernt gestellt; sie sind im Umriß, wie gewöhnlich, elliptisch, weder vortretend noch eingesenkt. Die Nerven sind je nach ihrer Stärke verschieden gebaut; die größeren springen unterseits stark vor und erreichen beiderseits mittels kollenchymatischen Gewebes, in welchem sich unterseits weite Schleimgänge[1]) vorfinden, die Epidermis; das Kollenchym selbst ist stets weitmaschig, ungetüpfelt und gegen die Epidermis hin stark verdickt; sklerenchymatische Elemente können mehr oder weniger entwickelt sein oder auch ganz fehlen; die kleineren Nerven (Venen) sind stets im Blattgewebe eingebettet und entbehren der Sklerenchymfasern vollkommen. Der oxalsaure Kalk findet sich in Drusen und Einzelkristallen in Begleitung der Nerven. Keine der Formen ist charakteristisch; Einzelkristalle sind meist da häufiger, wo an den Nerven Hartbastfasern auftreten. Haare fehlen vollständig.

Berchemia floribunda Wall.

Wallich 4256a. Nepal.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, polygonal, mit geraden unverdickten Seitenwänden und schwach verdickter Außenwand, in der Mehrzahl verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite verschieden groß, über den Nerven wie oberseits, sonst kleiner, mit schwach papillös vorgewölbter Außenwand, Verschleimung wie oberseits. — P.-G. 3schichtig, glattwandig, P.-Z. zuweilen noch einmal quergeteilt. — Schw.-G. locker, breit entwickelt, etwa 6 Zellen tief. — Größere Nerven durchgehend, mit einem schmalen, oben offenen Saum von Hartbast; kleinste Nerven eingebettet. — Kleine Einzelkristalle unter und kleine Drusen über den Nerven ziemlich häufig.

Berchemia lineata D. C.

Herb. Fortune 139. China.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite größer als bei voriger Art, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und schwach verdickter Außenwand, fast alle verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner und flacher, mit schwach papillös vorgewölbter Außenwand. Verschleimung schwächer als oberseits. — P.-G. 2schichtig. — Schw.-G. ziemlich locker, etwa 3 Zellen tief. — Nerven ohne jegliche Hartbastelemente. — Fast nur Einzelkristalle in Begleitung der Nerven, Drusen sehr spärlich.

---

[1]) Diesen Schleimgängen fehlt jdoch ein deutliches Epithel stets; vielleicht ist das die Ursache, die Guignard et Colin veranlaßte, das Vorhandensein von Schleimgängen bei *Berchemia* zu negieren.

Berchemia racemosa Sieb. u. Zucc.

Maximowicz. Japonia.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite wie bei *B. lineata*. in der Mehrzahl verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite nur wenig kleiner als die der Oberseite, weniger stark verschleimt, mit stark papillenartig vorgewölbter Außenwand. — P.-G. 1 schichtig. — Schw.-G. locker, etwa 4 Zellen tief. — Nerven mit sehr spärlichen, einzelnen Sklerenchymfasern. — Einzelkristalle und Drusen in Begleitung der Nerven.

Berchemia volubilis D. C.

Curtiss, Nr. 463. Florida.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite wir bei den beiden vorausgehenden, in der Mehrzahl verschleimt, Ep.-Z. der Unterseite wenig kleiner als die der Oberseite, viel flacher, weniger verschleimt, mit schwach papillenartig vorgewölbter Außenwand. — P.-G. 1 schichtig. — Schw.-G. locker, 2—3 Zellen tief. — Nerven unterseits mit sehr schwacher, bandförmiger Sklerenchymscheide. — Kristalle sehr spärlich, nur Drusen in Begleitung der Nerven.

Berchemia yemensis Defl.

Schweinfurth 1067. Eritrea.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite wenig kleiner als bei den vorhergehenden, etwa wie bei *B. floribunda*, fast alle verschleimt, E.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner, fast nicht papillenartig vorspringend, mit stark verdickter, stellenweise linsenförmiger Außenwand. — P.-G. 1 schichtig. Schw.-G. erst allmählich gegen die Unterseite sich lockernd, mit z. T. palisadenartig gestreckten Zellen. — Nerven unterseits mit gut entwickelter, offener Sklerenchymscheide, auch oberseits von einem Band Sklerenchymelementen begleitet. — Nur Einzelkristalle, diese zahlreich in Begleitung der Nerven. — Spaltöffnungen sich stark genähert.

Phyllogeiton (*Berchemiae* sectio Weberbauer).

Die in „Peters Reise nach Mozambique" 1862, pag. 110 von Klotzsch aufgestellte *Scutia discolor* wird von Hemsley, Olivers Flora of Tropical Africa I, 1868, pag. 381 zu *Berchemia* gezogen und von Weberbauer in Engl. u. Pr. Nat. Pflf. wegen ihrer trugdoldigen Blütenstände als eigene Sektion *Phyllogeiton* von *Berchemia* unterschieden. Des letzteren Vermutung, es sei vielleicht eine eigene Gattung in ihr zu suchen, kann ich mich nach den anatomischen Befunden nur voll und ganz an-

schließen. Ich schlage für die Gattung den Weberbauerschen Namen *Phyllogeiton* vor.

Die anatomischen Verhältnisse der Blattstruktur sind folgende: Die Epidermis der Oberseite besteht aus großen, aber nicht besonders tiefen, polygonalen Zellen mit geraden oder wenig gebogenen, etwas verdickten, von vertikal stehenden, spaltförmigen Tüpfeln durchbrochenen Seitenwänden und stärker verdickter, etwas vorgewölbter Außenwand; sie enthalten alle Gerbstoff und sind nicht verschleimt, ganz im Gegensatz zu *Berchemia*. Die Epidermiszellen der Unterseite sind bedeutend kleiner, aber von gleicher Gestalt, jedoch ungetüpfelt. Spaltöffnungen finden sich nur unterseits, sie sind wie bei *Berchemia* ziemlich entfernt gestellt, breit elliptisch und besitzen einen weiten Vorhofspalt; sie sind weder eingesenkt noch emporgehoben. Der Blattbau ist bifazial, indem Palisaden- und Schwammgewebe deutlich geschieden sind. Das P.-G. ist 2 schichtig; seine obere, aus längeren Zellen gebildete Schicht enthält zahlreiche, stark erweiterte, etwa die Breite von drei gewöhnlichen P.-Z. einnehmende, mit Gerbstoff erfüllte Zellen, deren Wände etwas verdickt (neben der nicht verschleimten Epidermis) sind; auch dies halte ich für ein systematisch wichtiges Merkmal, nachdem solche Zellen nur noch bei zwei sich sehr nahe stehenden *Condalia*-Arten innerhalb der *Zizypheen*-Tribus vorkommen und auch in anderen Triben nur gewisse, zusammengehörige Arten charakterisieren, so z. B. sind vergrößerte, Gerbstoff führende P.-Z. für die Gattung *Scutia* charakteristisch, und auch *Discaria* und *Talguenea* zeichnen sich durch Gerbstoff und Schleim führende, erweiterte P.-Z. generisch aus. Das Schwammgewebe ist kaum geschichtet und ziemlich locker. Die Seitennerven 1. Ordnung sind stets durchgehend und unterseits flach vorspringend, sie erreichen die Epidermis beiderseits mittels deutlich verdickter Kollenchymzellen; diejenigen 2. Ordnung erreichen nur unterseits, gleichfalls mittels Kollenchyms die Epidermis, beide (S.-N. 1. und 2. Ordnung) sind reichlich von Kristalldrusen mittlerer Größe begleitet, welche im Kollenchym lagern; auch Gerbstoff ist in Begleitung der Nerven häufig; die kleinsten Nerven sind vollkommen eingebettet. Eine Sklerenchymscheide fehlt stets, dagegen sind die Holzelemente des Gefäßbündels stark verdickt. Schleimgänge finden sich seitlich unter den Gefäßbündeln 1. und 2. Ordnung; sie sind eng (im Gegensatz zu *Berchemia*) und entbehren eines eigenen Epithels. Kristalldrusen sind im Verlauf der größeren Nerven äußerst zahlreich, sind aber in ihrem Vorkommen ausschließlich an diese gebunden. Haare fehlen vollkommen.

Phyllogeiton discolor m.
= *Scutia discolor* Klotzsch.
= *Berchemia discolor* Hemsley.

Schweinfurth, Nr. 219. Eritrea.

Maesopsis.

Über die Stellung dieser eigenartigen Gattung war man bislang noch im unklaren. Engler, ihr Autor, welcher auf Grund einer ostafrikanischen Pflanze (*M. Stuhlmannii* Engl.) mit einfächerigem Fruchtknoten die neue Tribus der *Maesopsideae* aufgestellt hat[1]), zieht diese Tribus, nachdem sich die fragliche *M. Stuhlmannii* als eine *Macaranga* erwiesen hat, wieder zurück[2]), läßt aber doch die Gattung als solche mit der einzigen Art *M. Eminii* bestehen und zieht neuerdings[3]) die Pierre'sche *Karlea berchemioides*[4]) als *Maesopsis berchemioides* hinzu. Dabei weist er der Gattung einen Platz in der Tribus der *Zizypheen* hinter *Berchemia* an.

Die Gattung stellt sich durch ihre großen, wie sonst nirgends in der ganzen Familie, im Weichbast und zwar bis zu 10 nebeneinander auftretenden Schleimgänge als etwas ganz Eigenartiges dar. Außer diesen Schleimgängen im Weichbast sind aber auch Schleimgänge im Kollenchym vorhanden, wie wir sie sonst bei den Rhamneen zu treffen gewohnt sind. Der Blattbau ist bifazial; das Diachym besteht aus 2 Schichten ziemlich langgestreckter Palisadenzellen, von denen zahlreiche mit sklerenchymatisch verdickten Wänden versehen und durch Gerbstoff braun gefärbt sind (an *Rhamnella* erinnernd) und aus ziemlich lockerem, etwa 5 Zellen tiefem Schwamm-Gewebe, dessen Elemente meist fast biskuitförmig gestaltet sind; auch unter diesen finden sich zuweilen sklerosierte, Gerbstoff speichernde Zellen. Die Epidermiszellen erweisen sich ganz ähnlich denen vieler *Zizyphus*- und *Berchemia*-Arten, sowohl was Größe, als Form und Verschleimung betrifft. Bei *M. Eminii* sind nur einzelne oder Gruppen von Ep.-Z. schleimführend, bei *M. berchemioides* dagegen fast alle Zellen der oberen Epidermis verschleimt und meist doppelt so tief als breit. Spaltöffnungen finden sich nur unterseits; sie sind zuweilen im Alter durch Kieselablagerungen obliteriert. Die Nerven sind je nach ihrer Stärke verschieden gebaut; die größten sind durchgehend und erreichen die Epidermis beiderseits mittels stark verdickten und ziemlich engmaschigen Kollenchyms, in welchem unterseits die Schleimgänge liegen, eine Sklerenchymscheide fehlt; die kleineren gehen nur unterseits mittels dünnwandiger, fast parenchymatischer Zellen durch; sie besitzen eine Parenchymscheide, die ebenso wie das Kollenchym der größeren Nerven reichlich Gerbstoff führt; die kleinsten Gefäßbündel endlich sind ganz eingebettet. Der oxalsaure Kalk ist stets nur in Drusen ausgeschieden; sie finden sich äußerst spärlich in Begleitung der Gefäßbündel unterseits, dagegen sehr reichlich im Weichbast. Haare fehlen vollkommen.

---

[1]) Weberbauer in Engl. u. Prantl Nat. Pflf. III, 5, 1896. pag 399.
[2]) Engl. u. Prantl Nat. Pflf. Nachträge. 1897. pag. 229.
[3]) „ „ „ „ „ Nachträge II. 1900. pag. 41.
[4]) Pierre, Bull. mens. soc. Linn. Paris. Nr. 160. 1896. pag. 1270.

Nach all diesen Verhältnissen steht der Einreihung dieser Gattung hinter *Berchemia* nichts im Wege; immerhin nimmt sie durch das allein hier unter den *Rhamneen* beobachtete Vorkommen von Schleimgängen im Weichbast eine isolierte Stellung ein.

Maesopsis Eminii Engl.

Stuhlmann, Nr. 971. Trop. Afrika: Bakoba.

Blttb.: bifazial-subzentrisch. — Ep.-Z. kaum zu 1/3 verschleimt, nur wenig tiefer als breit. — P.-G. aus ziemlich lang gestreckten Zellen (56 μ) bestehend. — Sch.-G. fast palisadenartig, reich an Gerbstoff führenden, schwach sklerosierten Zellen. — Schleimgänge im Weichbast 3—7, nicht besonders weit, die größeren ca. 35 μ im Durchmesser; Schleimgänge im Kollenchym weiter, aber weniger zahlreich.

Maesopsis berchemioides Engl.
(*Karlea berchemioides* Pierre.)

Staudt, Nr. 533. Kamerun.

Blttb: bifazial. — Ep.-Z. zu mehr als 3/4 verschleimt, fast doppelt so tief als breit. — P.-G. aus kürzeren Zellen (47 μ) bestehend. — Schw.-G. locker, typisch, arm an Gerbstoff führenden Zellen. — Schleimgänge im Weichbast 7—10, sehr weit, die größeren 50—60 μ im Durchmesser; Schleimgänge im Kollenchym zahlreich, 5—7, sehr weit.

Lamellisepalum.

Diese von Engler und Weberbauer in den Verwandtschaftskreis von *Berchemia* gestellte, monotypische Gattung bietet anatomisch merkwürdig wenig auffallende Verhältnisse, so daß es kaum möglich sein wird, dieselben systematisch zu verwerten. Immerhin steht nach meinem Befund nichts im Wege, die Gattung an *Berchemia* anzureihen.

Der Blattbau kann als subzentrisch bezeichnet werden, indem mehrere Schichten palisadenartiger Zellen, deren unterste Lagen gelockert sind, das Diachym aufbauen; die Zahl der Schichten beträgt 5—6, am kürzesten sind die Zellen der mittleren Schichten. Die Epidermis besteht oberseits aus großen, polygonalen Zellen mit geraden, unverdickten Seitenwänden und schwach verdickter Außenwand; die dünne Kutikula ist glatt. Fast alle Epidermiszellen der Oberseite sind schleimführend und, wie so häufig in diesem Falle, tiefer als breit. Die Epidermiszellen der Unterseite sind bedeutend kleiner, flach und besitzen undeutlich gebuchtete Seitenwände. Spaltöffnungen finden sich nur unterseits, sie sind zahlreich und etwa ebenso groß wie bei *Berchemia*, auch von der gleichen Gestalt. Von den Nerven sind die stärkeren durchgehend, die kleineren eingebettet; alle durchgehenden Nerven besitzen eine in 2 Gruppen (einer oberen

und einer unteren) das Gefäßbündel begrenzende Sklerenchymscheide mit wohl entwickelten, stark verdickten Hartbastelementen. Zwischen diesen beiden, im Querschnitt halbmondförmigen Sklerenchymgruppen und der Epidermis befinden sich meist nur 1—2 Schichten schwach verdickter, reichlich Einzelkristalle von geringer Größe führenden Zellen, welche somit die Verbindung mit der Epidermis herstellen, andrerseits aber auch durch eine einschichtige Hülle von dünnwandigen Zellen, welche das ganze Gefäßbündel in sich aufnimmt, gegenseitig verbunden sind. Bei den kleineren Nerven ist nur diese Hülle von dünnwandigen Zellen vorhanden, während eine Sklerenchymscheide vermißt wird. Schleimgänge sind nicht vorhanden, wodurch sich die Gattung wesentlich von *Berchemia* unterscheidet. Haare fehlen vollkommen. Erwähnt seien schließlich noch charakteristische, aus sehr weiten Zellen zusammengesetzte Gebilde am Blattrand, welche ein von den drüsigen Blattzähnen auszuscheidendes, bräunliches, in Wasser lösliches Sekret enthalten, doch will ich auf den Bau dieser blasigen Räume hier nicht näher eingehen, da sie auch bei den übrigen, zahlreichen Arten, welche Drüsenzähne besitzen, nicht genauer verfolgt wurden.

Lamellisepalum Hildebrandtii Engl.

Hildebrandt, Nr. 648. Abyssinien.

Rhamnella.

Wie ich schon oben hervorhob, gebührt dieser von Maximowicz mit *Microrhamnus* vereinigten Gattung Miquels, die ihr neuerdings von Weberbauer wieder zugestandene Selbständigkeit vollkommen. Am meisten Anlehnung in ihren anatomischen Charakteren zeigt sie an *Zizyphus*, von der sie sich nur durch das Auftreten sklerenchymatischer Zellen im Palisadengewebe unterscheidet.

Die Gattung besitzt nur eine Art, weshalb sich vorderhand die Artcharaktere mit denen der Gattung decken. Besonders hervorzuheben ist das Auftreten einer verschleimten Epidermis und zahlreicher, weiter Schleimgänge im Kollenchym der Nerven, ferner das Durchgehen sämtlicher Nerven, das Fehlen einer Sklerenchymscheide und das ausschließliche Vorkommen von Kristalldrusen. Die unwesentlicheren Punkte sind bei der Artcharakteristik zu finden.

Rhamnella franguloides Weberbauer.

(*Microrhamnus fr.* Maxim.)

Maximowicz. Japonia.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite groß, polygonal, mit geraden, dünnen Seitenwänden und kaum verdickter Außenwand, die Mehrzahl verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite wenig kleiner, aber flacher. — Spaltöffnungen nur unterseits, ziem-

lich groß, wenig vorstehend. — P.-G. 2schichtig; einzelne Zellen der oberen Schicht sind sklerosiert und gelb, die untere Schicht ist etwas gelockert und leitet über zum Schw.-G., das etwa 4 Zellen tief und ziemlich locker ist. — Nerven alle durchgehend, ohne Sklerenchymscheide; die größeren unterseits vorspringend, beiderseits mittels Kollenchym die Epidermis erreichend; die kleineren mittels parenchymartiger, erweiterter, kristallführender Zellen an die Epidermis stoßend; Schleimgänge im Kollenchym zahlreich. — Kristalle nur als Drusen ausgebildet; größere und kleinere in Begleitung der Nerven häufig; sehr kleine im Weichbast. — Haare fehlen.

Dallachya.

Nach den anatomischen Verhältnissen des Blattes läßt sich diese monotypische Gattung, welche Weberbauer als „von unsicherer Stellung, wahrscheinlich zu den *Zizypheen* gehörend" bezeichnet, recht wohl bei dieser Tribus unterbringen. Nach der fiedernervigen Beschaffenheit der Blätter ist weniger an eine nahe Verwandtschaft mit *Zizyphus* als mit *Berchemia* zu denken, mit welch letzterer sie auch anatomisch sehr viel Übereinstimmendes zeigt. Eine Zugehörigkeit zu den *Ventilagineen*, zu welchen sie Ferdinand v. Müller rechnet, Fragmenta Phytogr. Austr. IX. 1875 p. 140, ist nach dem ganzen Befund ausgeschlossen; die Gestaltung der Epidermiszellen und das Fehlen der für die *Ventilagineen* charakteristischen Sklerenchymscheide sprechen zu sehr dagegen.

Der Blattbau ist bifazial. 2 Schichten Palisadenzellen von mäßiger Länge und lockeres Schw.-G. setzen das Diachym zusammen. Die Epidermis besteht oberseits, ganz ähnlich wie bei *Berchemia*, aus ziemlich großen, polygonalen, fast isodiametrischen Zellen mit geraden, unverdickten Seitenwänden und schwach verdickter Außenwand und enthält zahlreiche verschleimte Zellen, die tiefer als die unverschleimten sind und daher etwas ins P.-G. vorspringen; dadurch unterscheidet sie sich von derjenigen bei *Ventilago*, wo auch die verschleimten Epidermiszellen relativ flach sind; die Epidermis der Unterseite ist bedeutend kleinzelliger, sonst aber wie die obere gebaut; die Kutikula ist glatt. Spaltöffnungen finden sich nur unterseits, hier ziemlich nahestehend, und sind in Größe und Form denjenigen von *Berchemia* sehr ähnlich. Von den Nerven sind die stärkeren mittels normalen Kollenchyms durchgehend (die stärksten unterseits vorspringend), die kleineren aber der unteren Epidermis sehr nahe gelagert und mittels parenchymatischer, kleine Kristalldrusen führender Zellen an dieselbe stoßend, sehr selten ganz eingebettet; eine kleinzellige Parenchymscheide ist stets vorhanden; Sklerenchym fehlt vollkommen. Schleimgänge finden sich im Kollenchym der Seitennerven 1. Ordnung zu 3—4 nebeneinander, sie besitzen eine mäßige Weite und treten sogar stellenweise in die Seitennerven 2. Ordnung ein; sie gleichen in ihrem

Aussehen denjenigen von *Zizyphus* und *Berchemia* außerordentlich. Der oxalsaure Kalk ist in kleinen Drusen und Einzelkristallen ausgeschieden, die in ihrem Vorkommen an den Verlauf der Gefäßbündel geknüpft sind; im Diachym fehlen Kristalle vollkommen, dagegen sind sehr kleine Drusen im Weichbast häufig. Der Gerbstoff ist im wesentlichen auf die Parenchymscheide der Nerven beschränkt, findet sich aber in geringerer Menge auch im Schwammgewebe. Haare fehlen.

Dallachya vitiensis F. v. Müll.
Seemann, Nr. 85. Fidschi-Inseln.

III. Tribus — *Rhamneae.*

Nachdem mir zur Ergänzung der Gemollschen Arbeit nur die beiden Gattungen *Rhamnus* und *Emmenospermum* zur Untersuchung vorlagen, bin ich nicht imstande, Näheres über die verwandtschaftliche Stellung der zahlreichen übrigen Gattungen der Tribus mitzuteilen. Ich muß mich darauf beschränken, in folgendem die Resultate meiner Beobachtungen über die beiden genannten Gattungen zusammenzustellen, und darauf hinzuweisen, daß sich auch hier nichts gegen die von Weberbauer in Engl. u. Pr. Nat. Pflfam. vorgenommene Unterscheidung einer Unterabteilung der *Pomaderreen* ergeben hat. Sternhaare bleiben nach wie vor dieser eigentümlichen Gruppe australischer Gattungen vorbehalten, indem die bei einigen *Rhamnus*arten vorgefundenen Büschelhaare nichts mit echten Sternhaaren zu tun haben.

Rhamnus.

Die größte Gattung der *Rhamneen* mit über 100 Arten zerfällt in 2 sehr natürliche Untergattungen: *Eurhamnus* und *Frangula*; jede derselben ist eine Zeitlang als eigene Gattung aufgefaßt worden, und vielleicht wird man später wieder darauf zurückgreifen, weil auch die anatomischen Verhältnisse eine scharfe Trennung beider Abteilungen erkennen lassen. Während nämlich *Eurhamnus* weder eine verschleimte Epidermis noch Schleimgänge besitzt[1]), sind für *Frangula* sowohl verschleimte Epidermis als auch Schleimgänge unter den Nerven charakteristisch. Ferner sind bei *Eurhamnus* nur einzellige Haare bekannt, während diejenigen von *Frangula* fast stets mehrzellig sind. Im übrigen kann man sagen, daß *Frangula* einheitlicher als *Eurhamnus* organisiert ist, indem nur 4 Arten durch den Besitz von Büschelhaaren eine gewisse Sonderstellung unter den übrigen einnehmen. Dies kommt auch schon dadurch zum Aus-

[1]) Die hierher gehörige *Rh. cathartica* besitzt nämlich, ganz entgegen den Angaben von Guignard und Colin, Bull. soc. bot. France. 1888. pag. 325, keine Schleimgänge, wie ich mich durch sorgfältige Untersuchung überzeugen konnte.

druck, daß *Eurhamnus* nach rein morphologischen Merkmalen wieder in 2 Sektionen: *Alaternus* und *Leptophyllius*, und letzterer nochmals in die beiden Subsektionen *Espina* und *Cervispina* zerfällt. Im anatomischen Verhalten konnte fast durchweg eine Bestätigung dieser durch morphologische Erwägungen gewonnenen Auffassung gefunden werden, so daß eine Gruppierung nach anatomischen Gesichtspunkten ebenfalls zu 2 Untergattungen und einer derselben zu 2 Sektionen und 2 Subsektionen gelangt, und auch die Vertreter dieser Gruppen decken sich jeweils fast vollständig; eine einzige Ausnahme macht *Rh. crocea* aus der Subsektion *Espina*, welche nach ihren anatomischen Merkmalen vollkommen mit den sehr einheitlich gebauten Vertretern der Subsektion *Cervispina* übereinstimmt. *Espina* ist nämlich durch das Vorkommen großer Kristalldrusen im Palisadengewebe und das Fehlen einer deutlichen Parenchymscheide, *Cervispina* dagegen durch das Auftreten sehr großer Einzelkristalle im Palisadengewebe und die Anwesenheit einer meist sehr weitzelligen Parenchymscheide charakterisiert. Doch scheinen die beiden Subsektionen sich immerhin ziemlich nahezustehen, da ein paar Arten von *Espina* durch den gleichzeitigen Besitz großer Drusen und großer Einzelkristalle eine vermittelnde Stellung zwischen den beiden Abteilungen einnehmen. Zur Klarlegung dieser Verhältnisse diene folgende Übersicht.

	nach morphol. Gesichtspunkten	nach anatom. Gesichtspunkten		nach morphol. Gesichtspunkten	nach anatom. Gesichtspunkten
Eurhamnus.					
Sekt. I. Alaternus			*Rh. Smithii*	×	×
Rh. Alaternus	×	×	*Rh. prinoides*	×	×
			Rh. pauciflora	×	×
Sekt. II. Leptophyllius.					Kr.-Drusen und Einzelkrist.
Subsekt. Espina		Kristall-Drusen			
Rh. alpina	×	×	*Rh. costata*	×	×
Rh. pumila	×	×	*Rh. nipalensis*	×	×
Rh. cornifolia	×	×	*Rh. Wightii*	×	×
Rh. purpurea	×	×			Einzelkrist.
Rh. triquetra	×	×	*Rh. crocea*	×	×
Rh. alnifolia	×	×			
Rh. lanceolata	×	×	*Subsekt. Cervispina*		
Rh. longifolia	×	×			
Rh. serrata	×	×	*Rh. oleoides*	×	×

	nach morphol. Gesichtspunkten	nach anatom. Gesichtspunkten		nach morphol. Gesichtspunkten	nach anatom. Gesichtspunkten
			Frangula.		
Rh. graeca	×	×	*Rh. Frangula*	×	×
Rh. lycioides	×	×	*Rh. rupestris*	×	×
Rh. buxifolia	×	×	*Rh. autumnalis*	×	×
Rh. Palaestina	×	×	*Rh. latifolia*	×	×
Rh. cathartica	×	×	*Rh. crenata*	×	×
Rh. saxatilis	×	×	*Rh. grandifolia*	×	×
Rh. Erythroxylon	×	×	*Rh. caroliniana*	×	×
Rh. intermedia	×	×	*Rh. Purshiana*	×	×
Rh. rhodopea	×	×	*Rh. obscura*	×	×
Rh. dahurica	×	×	*Rh. capreaefolia*	×	×
Rh. japonica	×	×	*Rh. microphylla*	×	×
Rh. infectoria	×	×	*Rh. diffusa*	×	×
Rh. parvifolia	×	×			Büschel-Haare
Rh. spathulaefolia	×	×			
Rh. Sagorskii	×	×	*Rh. sphaerosperma*	×	×
Rh. Staddo	×	×	*Rh. sectipetala*	×	×
Rh. Holstii	×	×	*Rh. Palmeri*	×	×
Rh. Deflersii	×	×	*Rh. californica*	×	×

Entsprechend der großen Zahl der untersuchten Arten haben sich im einzelnen höchst mannigfaltige Verhältnisse ergeben, doch würde es wenig nützen, wollte ich hier alle Details berühren; es sei nur auf diejenigen Merkmale hingewiesen, welche in größeren Gruppen stets wiederkehren und daher zu ihrer Charakterisierung ein wesentliches beitragen. Das Vorkommen oder Fehlen von verschleimten Zellen in der Epidermis charakterisiert, wie schon hervorgehoben wurde, die beiden Hauptabteilungen der Gattung: *Frangula* und *Eurhamnus:* die Art der Verschleimung bei *Frangula* ist genau dieselbe, wie wir sie schon früher kennen gelernt haben: entweder sind nur einzelne Zellen verschleimt *(Rh. Frangula)* oder die ganze Epidermis *(Rh. rupestris).* Die Form der verschleimten Zellen ist bei den meisten, wie gewöhnlich, rundlich-polygonal, doch kommen auch solche mit gebuchteten Seitenwänden, wie bei *Ventilago*, vor, so bei *Rh. grandifolia, Rh. diffusa* und *Rh. Purshiana.* Viel häufiger ist die buchtige Zellform bei *Eurhamnus*, d. h. bei den Arten ohne Verschleimung: die Buchtung kann schwächer oder stärker ausgebildet sein, oberseits tritt sie meist deutlicher als unten

hervor, am stärksten ist sie bei *Rh. graeca*. Bei diesen buchtigen Zellen treffen wir auch meist mehr oder weniger verdickte Seitenwände, die dann häufig von Tüpfeln durchbrochen sind, ein Verhalten, das wir bei sehr vielen *Eurhamnus*arten, aber nirgends bei *Frangula* beobachten können; auch gerade Seitenwände erfahren zuweilen eine bedeutende Verdickung, so bei *Rh. Alaternus* und *Rh. prinoides*. Viel stärker verdickt als die Seitenwände sind in der Regel die Außenwände, und gewöhnlich geht damit eine starke Kutikularisierung Hand in Hand; die dicksten Außenwände treffen wir ebenfalls bei *Rh. Alaternus* und *Rh. prinoides*, am schwächsten sind sie naturgemäß bei *Frangula*, da ja überhaupt verschleimte Ep.-Z. nie dicke Außenwände besitzen. Die Kutikula ist bei den meisten Arten von *Eurhamnus* fein gestreift, während bei *Frangula* nur *Rh. crenata* und *microphylla* eine zarte Streifung zeigen. Papillöse Hervorwölbung der Außenwände ist bei *Rhamnus* nirgends beobachtet. Eine doppelte Epidermis, bei welcher jeder Zelle der oberen Schicht eine Zelle der unteren entspricht, kommt nur einer einzigen Art, *Rh. Wigthii*, zu.

Spaltöffnungen sind in der Regel auf die Unterseite der Blätter beschränkt, kommen aber, ähnlich wie bei *Zizyphus*, bei einigen kleinblättrigen Formen *Rh. pumila, oleoides, cornifolia* und *lycioides* auch auf beiden Blattseiten vor; sie gehören durchschnittlich zu den größeren in der Familie, wie aus der im allgemeinen Teil enthaltenen Tabelle hervorgeht.

Der Blattbau ist fast durchweg streng bifazial, also Palisadengewebe und Schwammgewebe deutlich geschieden; das P.-G. besteht meist aus 1—2 Schichten, sehr selten aus 3, so bei *Rh. Smithii* und *Rh. prinoides*; zentrischen Blattbau treffen wir nur bei einigen Arten von *Cervispina*, bei *Rh. oleoides, graeca, lycioides, Palaestina* und *Erythroxylon*, sämtlich Arten mit kleinen Blättern.

Bei den meisten kommen im P.-G. erweiterte, kristallführende Zellen vor, die oft ganz bedeutende Größe erreichen, darin aber der Größe des Kristallgebildes (Druse oder Einzelkristall) entsprechen, welches sie umschließen; sie durchsetzen zuweilen das ganze Palisadengewebe, meist aber sind sie auf die oberste Schicht beschränkt; das übrige wird bei den Kristallverhältnissen zu besprechen sein. Schleimzellen und besondere, Gerbstoff speichernde Zellen sind bei *Rhamnus* nirgends bekannt.

Hypodermartige Bildungen sind bei *Rhamnus* ebenfalls nicht zu finden, man müßte denn die allein bei *Rh. Alaternus* vorkommenden sklerosierten Zellgruppen im Verlaufe des Blattrandes hierher rechnen.

Im Bau der Nerven und ihrer Hüllen zeigen die verschiedenen Gruppen unserer Gattung sehr bemerkenswerte Unterschiede, welche meist auch systematisch verwertbar sein dürften. In der Regel sind die Seitennerven 1. Ordnung durchgehend, so daß die Verbindung mit der Epidermis durch typisch entwickeltes Kollenchymgewebe hergestellt wird. Nur bei 4 Arten ist dies

nicht der Fall, nämlich bei *Rh. Alaternus*, *lycioides*, *microphylla* und *diffusa*, wo auch die stärksten Nerven nur unterseits an die Epidermis stoßen, auf der Oberseite dagegen von fortlaufendem Palisadengewebe überdeckt werden. Das Verhalten der Seitennerven 2., 3. u. 4. Ordnung ist dagegen selbst bei nächst verwandten Arten weit schwankender und daher von geringerer Bedeutung; bald sind es nur die Nerven 2. Ordnung, welche noch durchgehen, während alle übrigen im Blattfleisch eingebettet sind, bald stoßen die Nerven 2. und 3. Ordnung nur unterseits an die Epidermis, oder sie sind schließlich alle eingebettet, wobei nur für einzelne, meist die stärkeren, eine stellenweise Verbindung mit der Epidermis durch wenige, vom übrigen Blattgewebe differenzierte Zellen erreicht wird. Das Verbindungsgewebe dieser kleineren Nerven ist auch nicht mehr kollenchymatisch, sondern eher parenchymatisch zu nennen; einmal sind die Wände seiner Zellen etwas verdickt, ein andresmal sind sie dünner, nie aber sklerosiert und getüpfelt, wie wir sie öfters bei *Zizyphus* kennen gelernt haben. Viel wichtiger jedoch als die Lagebeziehungen der Nerven im Blattgewebe ist die Ausbildung ihrer Hüllen. Die Anwesenheit einer Parenchymscheide ist nämlich ein durchgreifender Charakterzug der Gattung *Rhamnus*; sie kann freilich mehr oder weniger kräftig entwickelt sein, doch ist sie stets vorhanden. Eine sehr wohlausgebildete Parenchymscheide treffen wir in der Sektion *Alaternus* und in der Subsektion *Cervispina* von *Leptophyllus* an. Namentlich bei vielen Arten von *Cervispina* erreichen die Zellen der Parenchymscheide eine ganz bedeutende Größe und sind fast isodiametrisch, d. h. nur wenig im Sinne des Gefäßbündelverlaufs gestreckt: sie messen bei *Rh. graeca* 36 μ in der Höhe und 50 μ in der Länge, bei *Rh. oleoides* 47 $\mu \times$ 68 μ, bei *Rh. lycioides* 42 $\mu \times$ 50 μ; bei anderen Arten, *Rh. cathartica*, *saxatilis*, *Erythroxylon*, *intermedia* und *rhodopea* sind sie bedeutend kleiner, z. B. bei *Rh. intermedia* nur 17 $\mu \times$ 30 μ. Ziemlich undeutlich ist die Parenchymscheide bei *Espina* und *Frangula*, doch immerhin stets nachzuweisen. Außer dieser Parenchymscheide treffen wir bei 2 Arten von *Frangula*, *Rh. microphylla* und *diffusa*, unter dem Gefäßbündel eine Gruppe von Hartbastelementen entwickelt, die durch ihr isoliertes Auftreten bei diesen 2, auch durch andere Eigentümlichkeiten (Durchgehen des Palisadengewebes über den Nerven, Fehlen der Haare und Enge der Schleimgänge) ausgezeichneten Arten ein gewisses Interesse beanspruchen.

Schleimgänge sind nur bei der Sektion *Frangula* vorhanden und hier, wie auch anderwärts, an den Verlauf der stärkeren Nerven gebunden; meistens liegen sie unter dem Gefäßbündel, doch kommt ein einzelner Schleimgang bei *Rh. capreaefolia* auch oberseits vor (ein analoges Verhalten zeigen auch einige *Zizyphus*-Arten, so z. B. *Z. funiculosa*). Die Schleimgänge besitzen gewöhnlich eine beträchtliche Weite, 40—50 μ, erreichen jedoch niemals das Maximum, dem wir z. B. bei *Maesopsis* und *Zizy-*

phus elegans begegnen. Sehr eng sind sie nur bei *Rh. microphylla, diffusa* und *californica*; sie messen hier etwa 28 μ.

Die Trichome der Gattung *Rhamnus* sind trotz ihres einfachen Baues ziemlich wechselnd gestaltet. Sie sind stets unverzweigt, lassen sich aber, je nachdem sie ein- oder mehrzellig sind, in 2 verschiedene Gruppen trennen, von denen die einzelligen *Eurhamnus*, die mehrzelligen *Frangula* charakterisieren. Unter den einzelligen bestehen wieder die mannigfaltigsten Unterschiede in Größe, Weite des Lumens, Art der Verjüngung und Dicke der Wandung; fast jede Art besitzt eine gewisse, eigenartige Haarform, wobei es sich freilich oft nur um geringe, systematisch belanglose Merkmale handelt. Besonders lang sind die Haare bei *Rh. alnifolia, costata* und *dahurica*, sehr kurz stiftförmig bei *Rh. crocea* und *triquetra*; weitlumig und durch ihre regelmäßige Verjüngung fast kegelförmig zu nennen sind die Haare von *Rh. rhodopea* und *Erythroxylon*, sehr dünnwandig sind sie bei *Rh. cathartica* und *saxatilis*, besonders dickwandig dagegen bei *Rh. cornifolia, purpurea* und namentlich *triquetra*. Sehr viele Arten entbehren auch der Haare vollständig, so die meisten Arten von *Cervispina* mit großzelliger Parenchymscheide und von *Espina* z. B. *Rh. Smithii, prinoides, serrata* und *pauciflora*; auch *Alaternus* ist vollkommen haarlos. Bei *Frangula* treffen wir im Gegensatz zu *Eurhamnus* mit einer einzigen Ausnahme *(Rh. californica)* nur mehrzellige Haare: gewöhnlich sind es 3—5 Zellen, die das Trichom aufbauen. Ein eigentümliches Verhalten zeigen uns 4 tropischamerikanische Arten, *Rh. sphaerosperma, sectipetala, Palmeri* und *californica*, bei welchen die Haare in Büscheln wachsen. Bei den 2 ersteren kommen zwar noch einzelne Haare vor, doch sind die meisten schon gebüschelt, bei *Rh. sphaerosperma* zu 2, bei *Rh. sectipetala* zu 2 bis 4, hart nebeneinander entspringend. Bei *Rh. Palmeri* sind in der Regel 2—5 aufrecht abstehende Haare an ihrer Basis vereinigt, während bei *Rh. californica* sogar bis zu 8 Haare in dieser eigenartigen Weise zusammentreten und sich sternförmig nach allen Richtungen ausbreiten; sie sind bei letzterer einzellig und auf die Blattunterseite beschränkt. Diese Büschelhaare, welche übrigens mit den echten Sternhaaren, wie wir sie bei den *Pomaderreen* treffen, nicht verwechselt werden dürfen, zeichnen, wie mir scheint, ebenso wie jene, eine natürliche, auch pflanzengeographisch verständliche Gruppe aus und dürften daher bei einer Neuordnung der *Frangula*-Arten Berücksichtigung verdienen.

Gehen wir nun zu den Kristall-Verhältnissen über, die wir schon bei Betrachtung der Gewebeformen des Blattes insofern zu streifen hatten, als die Kristalle sehr häufig eine Differenzierung der sie umschließenden Zellen bedingen. Hier sei auf die verschiedenen Kristall-Formen und ihre Anordnung im Blattgewebe kurz eingegangen. Die beiden großen Gegensätze: Drusen und Einzelkristalle, sind sich auch in der Gattung *Rhamnus* scharf gegenübergestellt und geben uns dadurch wertvolle Mittel

an die Hand, nach ihrem Vorkommen gewisse natürliche Gruppen zu unterscheiden. So zeichnen große Einzelkristalle im P.-G. sämtliche Arten der Subsektion *Cervispina* aus, während große Drusen in erweiterten Zellen des P.-G. *Espina* und *Alaternus* kennzeichnen; eine kleine Gruppe von 3 Arten allein (*Rh. costata, nipalensis* und *Wightii*) nimmt durch den gleichzeitigen Besitz von großen Einzelkristallen und Drusen eine gewisse Mittelstellung zwischen *Espina* und *Cervispina* ein, obwohl sie nach morphologischen Gesichtspunkten zu *Espina* gehören. Die Untergattung *Frangula* besitzt nur Kristalldrusen. Das Vorkommen von sehr kleinen Drusen im Weichbast halte ich für systematisch unwichtig; dagegen sind zahlreiche, kleine Drusen in den Palisadenzellen für *Rh. microphylla* charakteristisch. Kleine Einzelkristalle in Begleitung der Nerven sind nur sehr spärlich bei *Rh. crocea* beobachtet. Über Form und Größe der Einzelkristalle und Drusen vergl. d. Allg. Teil.

Der Gerbstoff endlich kommt im ganzen Gewebe vor, bevorzugt aber meist die Begleitzellen der Gefäßbündel und ist hier besonders in den großzelligen Parenchymscheiden der Arten von *Cervispina* in solcher Menge abgelagert, daß die feinsten Nerven zuweilen schon makroskopisch als braune Stränge von dem übrigen Blattgewebe abstechen, besonders bei *Rh. oleoides*. In Epidermiszellen habe ich bis jetzt bei *Rhamnus* nirgends Gerbstoff gefunden, dagegen sind die Haare meist reichlich damit versehen.

Bei Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse erhalten wir für die einzelnen Gruppen folgende charakteristischen Merkmale:

Untergattung ***Eurhamnus:*** Epidermiszellen nicht verschleimt, meist dickwandig und getüpfelt; Schleimgänge fehlend; Haare einzellig.

Sekt. I. *Alaternus*. Seit.-Nerven 1. Ordn. oberseits von Palisadengewebe überdeckt; großzellige Parenchymscheide; nur große Drusen (in Menge), am Blattrand eine Gruppe sklerosierten Stützgewebes.

Sekt. II. *Leptophyllius*. Seit.-Nerven 1. Ordn. fast stets durchgehend, kein sklerosiertes Stützgewebe am Blattrand.

Subsekt. *Espina*. Nur große Drusen in erweiterten Pal.-Zellen; Parenchymscheide undeutlich.

Ausnahmen 1) *Rh. costata, nipalensis* u. *Wightii* leiten durch gleichzeitigen Besitz von Drusen und großen Einzelkristallen zu *Cervispina* über.

2) *Rh. crocea* stimmt durch den Besitz von Einzelkristallen und die Anwesenheit einer großzelligen Parenchymscheide mehr mit *Cervispina* überein.

Subsekt. *Cervispina*. Nur große Einzelkristalle, Parenchymscheide meist großzellig.

Untergattung ***Frangula.*** Epidermiszellen verschleimt; Schleimgänge vorhanden; Haare mehrzellig (mit Ausnahme von *Rh. californica*).

1. Abteilung: Haare einzeln; P.-G. nicht durchgehend; *Rh. Frangula, rupestris, autumnalis, latifolia, crenata, grandifolia, caroliniana, Purshiana, capreaefolia* (*Rh. obscura* ohne Haare).
2. Abteilung: Haare fehlend; P.-G. über den Nerven durchgehend; Schleimgänge sehr eng; Sklerenchym an den Nerven vorhanden, *Rh. microphylla* und *Rh. diffusa.*
3. Abteilung: Haare gebüschelt, *Rh. sphaerosperma, sectipetala, Palmeri* und *californica.*

Rhamnus Alaternus L.

1. Fleischer. Smyrna.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, polygonal, mit geraden, verdickten und getüpfelten Seitenwänden und sehr stark verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, mit schwächer verdickten Seitenwänden, sonst wie die oberen. — Spaltöffnungen nur unterseits, breitoval, ziemlich groß. — P.-G. 3schichtig, besonders die 2. und 3. Schicht reich an mittelgroßen Kristalldrusen. — Schw.-G. locker, aus kurzen, rundlichen Zellen gebildet. — Hauptnerven nur unterseits durchgehend, die kleineren Nerven eingebettet, mit ziemlich weitzelliger Parenchymscheide; Schleimgänge fehlen. — Kristalldrusen von mittlerer und bedeutender Größe im ganzen Diachym reichlich; sehr kleine Drusen auch im Weichbast. — Gerbstoff nur spärlich an den Nerven. — Haare fehlen vollkommen.

2. = *Rh. Clusii* Willd.

Berger. ?

Mit vorigem übereinstimmend.

Rhamnus alpina L.

Köhne, Herb. dendrol. Riesengebirge.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, mit schwach verbogenen, dünnen Seitenwänden und schwach verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite nicht viel kleiner. — Spaltöffnungen nur unterseits, groß, breit-oval. — P.-G. 2schichtig, in der oberen Schicht zahlreiche erweiterte, große Kristalldrusen führende Zellen: dieselben kommen vereinzelt auch in der unteren Schicht vor. — Schw.-G. locker. — Hauptnerven durchgehend, unterseits scharf vorspringend, mittels Kollenchyms beiderseits die Epidermis erreichend; die kleineren teils unterseits an die Epidermis stoßend, teils eingebettet, mit undeutlicher, zartwandiger Parenchymscheide; Schleim-

gänge fehlen. — Oxalsaurer Kalk nur in Drusen ausgeschieden; außer den oben erwähnten sehr großen auch ganz kleine im Weichbast. — Haare fehlen.

Rhamnus pumila L.

Stephan. Bayrische Alpen.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite sehr groß, mit schwach verbogenen, wenig verdickten und getüpfelten Seitenwänden und etwas verdickter Außenwand; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, mit deutlich gebuchteten Seitenwänden. — Spaltöffnungen beiderseits häufig, groß, länglich-oval. — P.-G. 2-schichtig, mit schwach verbogenen Seitenwänden, Kristalldrusen wie bei *Rh. alpina*. — Schw.-G. locker. — Nerven wie bei *Rh. alpina* (nicht alle durchgehend, wie Gemoll angibt); Schleimgänge fehlen. — Kleine Kristalldrusen selten im Kollenchym der Nerven. — Haare fehlen. — *Rh. alpina* sehr nahe stehend.

Rhamnus cornifolia Boiss. u. Hohen.

Kotschy, ed. Hohenacker. Gara Kurdistan.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite mittelgroß, flach, mit etwas gebuchteten, unverdickten Seitenwänden und kaum verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. d. Unterseite etwas kleiner; Kutikula fein gestreift. — Spaltöffnungen beiderseits, ziemlich entfernt gestellt, breitoval. — P.-G. 1—2-schichtig, P.-Z. zuweilen quer geteilt. — Schw.-G. locker. — Nerven mit Ausnahme der kleinsten durchgehend; die stärksten unterseits vorspringend, mittels Kollenchyms die Epidermis erreichend, die kleineren mittels dünnwandiger, kaum gestreckter, Kristalldrusen führender Zellen an die Epidermis stoßend; eine deutliche Parenchymscheide ist nicht vorhanden, dagegen bei den stärkeren Nerven schwach entwickelte Sklerenchymelemente. — Kristalldrusen namentlich in Begleitung der Nerven sehr zahlreich, aber auch im Diachym; selten sind große Kristalldrusen nach Art derer von *Rh. alpina*. — Haare beiderseits, einzellig, aus breiter dickwandiger Basis rasch gleichmäßig zugespitzt, weitlumig, ziemlich dickwandig.

Rhamnus purpurea Edgew.

Hb. Hook. fil. u. Thoms. Himalaya bor. occ.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, etwas flach, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und stark verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. bedeutend kleiner; Kutikula rauh, unregelmäßig gestrichelt, ziemlich dick. — Spaltöffnungen nur unterseits, sehr zahlreich und dicht gestellt, oval. — P.-G. 2schichtig, P.-Z. ziemlich lang, einzelne stark erweitert und verkürzt, große Kristalldrusen enthaltend. — Schw.-G. locker. — Nerven mit Ausnahme der kleinsten

durchgehend, die stärksten unterseits vorspringend, mit Kollenchym; eine deutliche Parenchymscheide ist nicht entwickelt; Schleimgänge fehlen. — Kristalldrusen mittlerer Größe im Diachym ziemlich spärlich, sehr kleine im Weichbast. — Haare nur unterseits, einzellig, ziemlich dickwandig, mit engem Lumen, gelblich.

Rhamnus triquetra Wall.

Hb. Hook. fil. u. Thomson. Himalaya bor. occ.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und etwas verdickter Außenwand, nicht verschleimt, Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner; Kutikula gelblich, rauh, etwas gewellt. — Spaltöffnungen nur unterseits, zahlreich, ziemlich groß. — P.-G. 2schichtig, in stark erweiterten Zellen, namentlich seiner oberen Schicht, große Kristalldrusen führend. — Schw.-G. locker. — Nerven mit Ausnahme der kleinsten durchgehend, die stärksten unterseits vorspringend, mittels Kollenchyms die Epidermis erreichend, ohne deutliche Parenchymscheide, die kleinsten der Unterseite nahe gerückt und nur nach unten durchgehend oder eingebettet; Schleimgänge fehlen. — Kristalldrusen mittlerer Größe ober- und unterseits in Begleitung der Nerven häufig, zerstreut auch im Diachym; sehr große finden sich in erweiterten Zellen der Palisadenschichten, selten in solchen des Schw.-G.; sehr kleine Drusen sind im Weichbast reichlich. — Haare beiderseits, oberseits namentlich an den Nerven, unterseits überall sehr dicht stehend, kurz, einzellig, etwas geschlängelt oder mit gebogener Spitze, äußerst dickwandig, mit sehr engem Lumen, gelblich.

Rhamnus alnifolia l'Hérit.
= *Rh. franguloides* Michx.

1. Hope. New-Jersey.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite groß, flach, mit schwach gebuchteten, sehr dünnen Seitenwänden und kaum verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, stärker gebuchtet. — Spaltöffnungen nur unterseits, etwas entfernt gestellt, breitoval. — P.-G. 1schichtig, spärlichst mit erweiterten, Kristalldrusen führenden Zellen. — Schw.-G. locker. — Nerven mit Ausnahme der kleineren durchgehend; die stärksten unterseits vorspringend und beiderseits mittels schwach entwickelten Kollenchyms die Epidermis erreichend, die kleineren eingebettet, ohne deutliche Parenchymscheide; Schleimgänge fehlen. — Kristalle nur als Drusen ausgebildet, spärlich, im Verlauf der Nerven fehlend. — Haare beiderseits spärlich, nur an den Nerven einzellig, ziemlich lang, etwas verbogen, sehr dünnwandig, zuweilen etwas abgeplattet.

2. Herb. Zuccarini. America borealis.

Wie vorige, aber P.-G. 2schichtig.

Rhamnus lanceolata Pursh.
= *Rh. Shortii* Nutt.
1. Gattinger. Nordamerika.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite mittelgroß, mit ziemlich geraden, dünnen Seitenwänden und kaum verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, Kutikula fein gestreift. — Spaltöffnungen nur unterseits, ziemlich zahlreich, groß, elliptisch. — P.-G. 2schichtig, Zellen der obersten Schicht zuweilen quergeteilt; zahlreiche erweiterte Zellen mit großen Kristalldrusen vorhanden. — Schw.-G. locker. — Nerven wie bei voriger, aber Kollenchym stärker verdickt und zahlreiche, mittelgroße Drusen, namentlich über den Gefäßbündeln; Schleimgänge fehlen. — Kristalle nur als Drusen ausgebildet; außer den großen Drusen in erweiterten Zellen des P.-G. und den kleineren über und unter den Gefäßbündeln auch kleinste im Weichbast zahlreich. — Haare nicht beobachtet.

2. Hobs. Nordamerika.

Fast wie 1.; abweichend durch das Fehlen von Kristalldrusen im Verlauf der Nerven und das Vorkommen von einzelligen, geraden, kurzen Haaren auf beiden Blattseiten.

Rhamnus longifolia Dum.
Herb. Zuccarini.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, flach, mit wenig gebuchteten, verdickten und getüpfelten Seitenwänden und deutlich verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, ziemlich zahlreich, meist länglich-elliptisch, ziemlich groß. — P.-G. 1schichtig, spärlich mit erweiterten, Kristalldrusen führenden Zellen. — Schw.-G. ziemlich locker, fast geschichtet, reich an Kristalldrusen von ansehnlicher Größe. — Nur die stärksten Nerven durchgehend und unterseits vorspringend, die Epidermis beiderseits mittels kräftig entwickelten Kollenchyms erreichend, die kleineren alle eingebettet, ohne deutliche Parenchymscheide; Schleimgänge fehlen. — Kristalle nur als Drusen entwickelt, diese besonders im Schw.-G. reichlich, in Begleitung der Nerven sehr spärlich. — Haare nur ganz vereinzelt unterseits an den Nerven, einzellig.

Rhamnus serrata Willd.
Pringle, Nr. 8055. Mexiko.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß und flach, mit fast geraden, wenig verdickten und getüpfelten Seitenwänden und stark verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, groß, oval, ziemlich entfernt gestellt. — P.-G.

meist 2schichtig, die langen Zellen der oberen Schicht oft noch einmal geteilt; zahlreiche stark erweiterte Zellen mit großen Kristalldrusen. — Schw.-G. ziemlich locker. — Nerven mit Ausnahme der kleinsten durchgehend, aber auch die stärksten unterseits kaum vorspringend; mittels gut entwickelten Kollenchyms die Epidermis erreichend, ober- und unterseits reichlichst von Kristalldrusen begleitet; die kleinsten eingebettet, ohne deutliche Parenchymscheide; Schleimgänge fehlen. — Kristalldrusen besonders in Begleitung der Nerven und in den Palisadenschichten zahlreich. — Haare fehlen vollkommen.

Rhamnus Smithii Greene.

Baker, Nr. 458. Southern-California.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß und flach, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und wenig verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, mit getüpfelten Seitenwänden; Kutikula unterseits fein gestreift. — Spaltöffnungen nur unterseits, groß, ziemlich entfernt gestellt, elliptisch. — P.-G. 3schichtig. — Schw.-G. ziemlich locker. — Die stärksten Nerven durchgehend, unterseits nicht vorspringend, oberseits etwas eingezogen, mittels Kollenchyms die Epidermis erreichend; die kleineren teils nur an die untere Epidermis stoßend, teils ganz eingebettet, ohne deutliche Parenchymscheide; Schleimgänge fehlen. — Kristalldrusen im Kollenchym der Nerven ziemlich zahlreich, spärlich im Diachym, außerdem kleinste im Weichbast. — Haare fehlen vollkommen.

Rhamnus prinoides L'Hérit.

Burchell. Kapland.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, mit geraden, sehr stark verdickten und getüpfelten Seitenwänden und stark verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner; Kutikula dick, glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, groß, zahlreich. — P.-G. 3schichtig. — Schw.-G. breit entwickelt, ziemlich locker. — Die stärksten Nerven mittels kräftig verdickten Kollenchyms durchgehend, nicht vorspringend, die kleineren eingebettet, ohne deutliche Parenchymscheide; Schleimgänge fehlen. — Größere und kleinere Kristalldrusen im Schw.-G. und in der untersten Palisadenschicht sehr zahlreich, dagegen seltener in Begleitung der Nerven; kleinste Drusen im Weichbast fehlen. — Haare fehlen vollkommen.

Rhamnus pauciflora Hochst.

Schimper, iter Abyssinicum, Nr. 1276.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite groß und flach, mit geraden, wenig verdickten und getüpfelten Seitenwänden

und stärker verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen zahlreich, sehr groß, oval. — P.-G. 2schichtig, beide Schichten mit spärlichen, Kristalldrusen führenden Zellen. — Schw.-G. ziemlich locker. — Nur die stärksten Nerven durchgehend, mittels Kollenchyms die Epidermis erreichend, die kleineren alle eingebettet, ohne deutliche Parenchymscheide; Schleimgänge fehlen. — Kristalldrusen mittlerer Größe auch im Schw.-G., aber wenig zahlreich; kleinste Drusen im Weichbast. — Haare fehlen vollkommen.

Rhamnus costata Maxim.

Maximowicz. Japonia.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite groß und flach, mit gebuchteten, dünnen Seitenwänden und kaum verdickter Außenwand, nicht verschleimt; E.-Z. der Unterseite kleiner, stärker gebuchtet; Kutikula dünn, fein gestreift. — Spaltöffnungen nur unterseits, groß, etwas entfernt gestellt. — P.-G. 1schichtig, mit ziemlich zahlreichen erweiterten, mittelgroße Einzelkristalle führenden Zellen. — Schw.-G. locker. — Nerven mit Ausnahme der kleinsten durchgehend; die stärksten unterseits zylindrisch vorspringend, beiderseits mittels breit entwickelten Kollenchyms die Epidermis erreichend, ohne deutliche Parenchymscheide; Schleimgänge fehlen. — Oxalsaurer Kalk als Einzelkristalle und Drusen ausgeschieden; Einzelkristalle von typischer Gestalt in erweiterten Zellen des P.-G.; Drusen im Schw.-G. namentlich unterseits und in Begleitung der Nerven; kleinste Drusen zahlreich im Weichbast. — Haare nur unterseits, besonders an den Nerven, 1—2zellig, aus breiter Basis gleichmäßig verjüngt, mit ziemlich dünnen Wänden und weitem Lumen.

Rhamnus nipalensis M. Laws.

Herb. hort. bot. Calcutt. Upper Burma.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite relativ ziemlich klein, flach, mit geraden, kaum verdickten, sehr fein getüpfelten Seitenwänden und etwas verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite wenig kleiner, mehr gestreckt; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, ziemlich groß, länglich-elliptisch, nahe gestellt. — P.-G 2schichtig, reich an großen Einzelkristallen, in der unteren Schicht auch große Kristalldrusen. — Schw.-G. breit entwickelt, sehr locker, mit zahlreichen Kristalldrusen versehen. — Nur die stärksten Nerven durchgehend, unterseits kaum hervortretend und nur unterseits mittels Kollenchyms die Epidermis erreichend, oberseits durch etwas erweiterte, teilweise Kristalldrusen führende Parenchymzellen mit ihr verbunden, die kleineren eingebettet; eine Parenchymscheide ist nur undeutlich entwickelt; Schleimgänge fehlen.

— Außer den erwähnten Einzelkristallen und Drusen auch kleinste Drusen zahlreich im Weichbast. — Haare fehlen vollkommen.

Rhamnus Wightii Wight u. Arn.
De Hügel. India orientalis.

Blttb.: bifazial. — Epidermis der Oberseite doppelt, aus ziemlich kleinen, flachen Zellen mit geraden, kaum verdickten Seitenwänden und (Zellen der oberen Schicht) etwas verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, etwas gestreckt; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, sehr zahlreich, eng gestellt, ziemlich groß. — P.-G. 2schichtig, wie auch das übrige Gewebe reich an Gerbstoff, mit zahlreichen großen Einzelkristallen, in der unteren Schicht auch große Kristalldrusen. — Schw.-G. breit entwickelt, locker, reich an mittelgroßen Kristalldrusen. — Nerven fast wie bei *Rh. nipalensis*, aber an den stärksten auch oberseits eine schmale Gruppe von Kollenchymzellen ausgebildet; keine deutliche Parenchymscheide entwickelt; Schleimgänge fehlen. — Außer den erwähnten Einzelkristallen und Drusen auch zahlreiche kleinste Drusen im Weichbast. — Haare nur oberseits, einzellig, etwas geschlängelt, aus gelblicher, stark verdickter Basis lang zylindrisch, mit mäßig verdickten Wänden und ziemlich engem Lumen.

Rhamnus crocea Nutt.
Parish, Nr. 553. California.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite mittelgroß, mit schwach verbogenen, etwas verdickten Seitenwänden und stärker verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, aber bedeutend tiefer, fast prismatisch; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, groß, mit weiten Atemhöhlen. — P.-G. unregelmäßig 3—4schichtig, mit ziemlich kurzen Zellen, reich an großen Einzelkristallen, besonders die oberste Schicht. — Schw.-G. ziemlich locker, aus palisadenartig gestreckten Zellen bestehend. — Nur die stärksten Nerven beiderseits durchgehend, diese mit einer sehr kleinen Gruppe dünnwandiger, z. T. kristallführenden Zellen die Epidermis erreichend, die übrigen teils nur unterseits an die Epidermis stoßend, teils eingebettet; alle Nerven mit wohlausgebildeter Parenchymscheide, die von äußerst weiten, dünnwandigen Zellen mit gerbstoffartigem Inhalt gebildet wird; außerdem innerhalb der Parenchymscheide bei den stärksten eine halbmondförmige Gruppe von Hartbastelementen; Schleimgänge fehlen. — Außer den erwähnten großen Einzelkristallen zahlreiche kleine Einzelkristalle und Drusen im Schw.-G. und an den Nerven. — Haare nur unterseits, klein, stiftförmig, mit mehr oder wenig stark verdickten Wänden.

Rhamnus oleoides L.

Schimper. Arabien.

Blttb.: subzentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite mittelgroß, mit buchtigen, etwas verdickten Seitenwänden und stark verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, mit geraden Seitenwänden und äußerst stark verdickter Außenwand; Kutikula fein gestreift. — Spaltöffnungen beiderseits, oberseits spärlicher, ziemlich klein. — P.-G. 2schichtig, mit zahlreichen Einzelkristallen. — Schw.-G. ziemlich geschlossen, die unterste Schicht fast palisadenartig ausgebildet. — Nerven wie bei voriger, mit wohlentwickelter, aber nicht so weitzelliger Parenchymscheide, Hartbast fehlt, Schleimgänge fehlen. — Außer den großen Einzelkristallen kleine Einzelkristalle in Begleitung der Nerven spärlich und kleinste Drusen im Weichbast. — Haare fehlend.

Rhamnus graeca Boiss.

Herb. Zuccarini. Athen.

Blttb.: zentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite mittelgroß, stark buchtig, mit dünnen Seitenwänden und stark verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, mit geraden Seitenwänden; Kutikula fein gestreift. — Spaltöffnungen nur unterseits, ziemlich zahlreich, groß. — Diachym 6schichtig, durchweg palisadenartig, unterseits kaum gelockert, in den beiden obersten Schichten zahlreiche große Einzelkristalle. — Nerven wie bei voriger, mit sehr großzelliger Parenchymscheide, ohne Hartbast; Schleimgänge fehlen. — Nur Einzelkristalle von wechselnder, meist bedeutender Größe beobachtet. — Haare fehlen.

Rhamnus lycioides L.

Willkomm, iter Hispanic. secundum, Nr. 513.

Blttb.: zentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite kaum mittelgroß, mit geraden, kaum verdickten Seitenwänden und stark verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite etwas kleiner, Kutikula glatt. — Spaltöffnungen beiderseits, oberseits entfernter gestellt, groß. — Diachym in der Mitte gelockert, ober- und unterseits je 3 Schichten ziemlich kurzer Palisadenzellen; in den beiden obersten Schichten zahlreiche große Einzelkristalle. — Nerven wie bei voriger, mit sehr großzelliger, an den stärksten Nerven 2schichtiger Parenchymscheide, ohne Hartbast; Schleimgänge fehlen. — Außer den großen Einzelkristallen noch beiderseits in den äußersten Zellagen der Nerven und in der untersten Palisadenschicht zahlreiche kleine Einzelkristalle und Drusen, kleinste Drusen auch im Weichbast. — Haare fehlen.

Rhamnus buxifolia Poir.

Herb. Schreber, Mauritania.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite groß, flach, mit fast geraden, etwas verdickten und getüpfelten Seitenwänden und stärker verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner, mit dicht getüpfelten Seitenwänden; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, ziemlich entfernt gestellt, groß. — P.-G. 2schichtig, Zellen oft quergeteilt, in der oberen Schicht zahlreiche größere und kleinere Einzelkristalle. — Nerven sehr flach und breit gedrückt, sonst wie bei den vorigen, mit sehr großzelliger, stellenweise 2schichtiger Parenchymscheide, ohne Hartbast; Schleimgänge fehlen. — Außer den Einzelkristallen im P.-G. nur kleinste Drusen im Weichbast beobachtet. — Haare fehlen.

Rhamnus Palaestina Boiss.

Dr. Roth. Nazareth.

Blttb.: zentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, mit schwach gebuchteten, etwas verdickten und getüpfelten Seitenwänden und stark verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner, mit geraden, ungetüpfelten Seitenwänden. — Spaltöffnungen nur unterseits, nahe gestellt, groß. — Diachym durchgehend palisadenartig gestreckt, die Zellen der oberen Schichten länger; große Einzelkristalle oberseits sehr zahlreich. — Nerven wie bei den vorigen, mit sehr großzelliger Parenchymscheide, ohne Hartbast; Schleimgänge fehlen. — Kleine Kristalldrusen im Kollenchym der Nerven im Weichbast und Mesophyll. — Haare fehlen.

Rhamnus cathartica L.

Sammler? ex. Hb. Landshut.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite mittelgroß, mit schwach gebuchteten, dünnen Seitenwänden und wenig verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, nicht gebuchtet; Kutikula fein gestreift. — Spaltöffnungen nur unterseits, ziemlich zahlreich, groß. — P.-G. 1schichtig, mit zahlreichen großen Einzelkristallen. — Schw.-G. locker. — Hauptnerv durchgehend, die übrigen teils unterseits an die Epidermis stoßend, teils eingebettet; Parenchymscheide wenig entwickelt, kleinzellig; Schleimgänge fehlen. — Kleine Kristalldrusen im Weichbast. — Haare beiderseits, sparsam, einzellig, dünnwandig.

Rhamnus saxatilis L.

Sendtner. München.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite mittelgroß, sehr flach, mit kaum verdickten, fast geraden Seitenwänden und stark verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite

kleiner; Kutikula fein gestreift. — Spaltöffnungen nur unterseits, ziemlich zahlreich, breit, oval. — P.-G. 2schichtig, oberste Schicht mit zahlreichen großen Einzelkristallen. — Schw.-G. locker. — Nerven wie bei *Rh. cathartica;* Parenchymscheide wenig entwickelt, kleinzellig; Schleimgänge fehlen. — Nur große Einzellkristalle beobachtet. — Haare beiderseits, besonders an den Nerven, einzellig, dünnwandig.

Rhamnus Erythroxylon Pall.

Köhne, herb. dendrolog. Hort. bot. Darmstadt.

Blttb.: zentrisch. — Ep.-Z. der Oberseite mittelgroß, flach, mit gebuchteten, dünnen Seitenwänden und wenig verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, nicht gebuchtet; Kutikula sehr zart gestreift. — Spaltöffnungen nur unterseits, sehr zahlreich, eng gestellt, groß, oval. — P.-G. 2schichtig, in der oberen Schicht zahlreiche, große Einzelkristalle. — Schw.-G. etwas gelockert, unterseits 2 Schichten als kurz-palisadenartige Zellen ausgebildet. — Nerven wie bei den beiden vorhergehenden; Parenchymscheide wenig entwickelt, ziemlich kleinzellig; Schleimgänge fehlen. — Nur große Einzelkristalle beobachtet. — Haare beiderseits, ziemlich zahlreich, einzellig, aus unverdickter Basis gleichmäßig verjüngt, ziemlich dickwandig und weitlumig.

Rhamnus intermedia Steud. u. Hochst.

Pichler. Pola.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite groß, mit wenig gebuchteten, dünnen Seitenwänden und stark verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, zahlreich, in kleinen Feldern zwischen den Venenmaschen angeordnet. — P.-G. zweischichtig, die obere Schicht mit zahlreichen großen Einzelkristallen. — Schw.-G. locker. — Nerven sehr zahlreich, mit Ausnahme der kleinsten alle durchgehend, die größten mittels Kollenchyms, die kleineren mittels dünnwandigen Gewebes; Parenchymscheide schwach entwickelt, kleinzellig; Schleimgänge fehlen. — Außer den großen Einzelkristallen nur spärlich kleinste Drusen im Weichbast. — Haare fehlen.

Rhamnus rhodopea Velen.

Stribrny. Südbulgarien.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. wie bei voriger; Kutikula fein gestreift. — Spaltöffnungen nur unterseits, wie bei voriger felderweise angeordnet. — Nerven wie bei voriger; Parenchymscheide wenig entwickelt; Schleimgänge fehlen. — Diachym und Kristalle wie bei voriger. — Haare beiderseits zahlreich, einzellich, aus unverdickter Basis allmählich lang zu-

gespitzt, wenig dickwandig, weitlumig. — Voriger Art anatomisch sehr ähnlich.

Rhamnus dahurica Pall.

1. Köhne, Herb. dendrol. Ht. bot. Berol.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite groß, mit buchtigen, unverdickten Seitenwänden und wenig verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, zahlreich, groß. — P.-G. 2schichtig, die obere Schicht mit zahlreichen, großen Einzelkristallen. — Schw.-G. locker. — Nur die stärksten Nerven durchgehend, mit kräftig entwickeltem Kollenchym die Epidermis erreichend; die kleineren teils nur unterseits an die Epidermis stoßend, teils eingebettet; Parenchymscheide wenig entwickelt, kleinzellig; Schleimgänge fehlen. — Außer den großen Einzelkristallen zahlreiche kleinste Drusen im Weichbast. — Haare nur unterseits, einzellig, sehr lang, ziemlich dünnwandig, im Lumen körnig rauh, zuweilen am Rand etwas bandförmig abgeplattet.

2. = *Rh. hirsuta*, Herb. Wight, Nr. 485. Ostindien.

Wie 1, aber Haare zahlreicher, beiderseits, kürzer, kegelförmig.

Rhamnus japonica Maxim.

Bürger. Japan.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. beiderseits groß, mit fast eckigbuchtigen, unregelmäßig verdickten, getüpfelten Seitenwänden und stärker verdickter Außenwand; Kutikula sehr fein gestreift. — Spaltöffnungen nur unterseits, ziemlich entfernt gestellt, sehr groß. — P.-G. 1schichtig, sehr kurz- und weitzellig, mit zahlreichen, großen Einzelkristallen. — Schw.-G. sehr locker. — Nerven spärlich, nur die stärksten durchgehend, unterseits mittels Kollenchyms, oberseits durch einzelne, dünnwandige Zellen mit der Epidermis verbunden, die übrigen eingebettet; Parenchymscheide schwach entwickelt, nicht besonders weitzellig; Schleimgänge fehlen. — Nur große Einzelkristalle beobachtet. — Haare nur oberseits, kurz, aus breiter, unverdickter Basis gleichmäßig kegelförmig zugespitzt, wenig dickwandig, weitlumig.

Rhamnus infectoria L.

F. Schultz, herb. norm., Nr. 2424. Frankreich.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, mit schwach buchtigen, etwas verdickten und getüpfelten Seitenwänden und stark verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner; Kutikula sehr fein gestreift. — Spaltöffnungen nur unterseits, zahlreich, oval. — P.-G. zweischichtig, in der oberen Schicht zahlreiche große Einzel-

kristalle. — Schw.-G. locker. — Nerven mit Ausnahme der kleinsten durchgehend, mittels Kollenchyms die Epidermis erreichend; Parenchymscheide großzellig; Schleimgänge fehlen. — Außer den großen Einzelkristallen noch kleine Einzelkristalle im Kollenchym der Nerven. — Haare fehlen.

Rhamnus parvifolia Bunge.

? China.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite mittelgroß, mit etwas buchtigen, kaum verdickten Seitenwänden und schwach verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, mehr gestreckt; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, sehr zahlreich, groß. — P.-G. 2schichtig, ziemlich kurzzellig; in der oberen Schicht ziemlich zahlreiche mittelgroße Einzelkristalle. — Schw.-G. ziemlich geschlossen. — Nerven mit Ausnahme der stärksten alle eingebettet, aber auch die stärksten nur unterseits mittels Kollenchyms die Epidermis erreichend; Parenchymscheide deutlich entwickelt, doch nicht besonders großzellig; Schleimgänge fehlen. — Nur große Einzelkristalle beobachtet. — Haare beiderseits zahlreich, einzellig, kurz, aus breiter Basis kegelförmig, ziemlich dünnwandig, weitlumig.

Rhamnus spathulaefolia Fisch. u. May.

Hohenacker. Armenia.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, mit schwach buchtigen, kaum verdickten Seitenwänden und etwas verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner; Kutikula deutlich gestreift. — Spaltöffnungen nur unterseits, zahlreich, groß. — P.-G. 2schichtig, ziemlich langzellig, obere Schicht mit großen Einzelkristallen. — Schw.-G. locker. — Nur die stärksten Nerven durchgehend, mittels Kollenchyms die Epidermis erreichend, die kleineren teils nur unterseits an die Epidermis stoßend, teils eingebettet; Parenchymscheide deutlich entwickelt, ziemlich großzellig; Schleimgänge fehlen. — Außer den großen Einzelkristallen kleinste Drusen im Weichbast. — Haare beiderseits, unterseits länger, einzellig, mit stark verdickten Wänden und engem Lumen, die sie umgebenden Epidermiszellen meist rosettig angeordnet.

Rhamnus Sagorskii Bornm.

Sagorski. Dalmatien.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, mit schwach buchtigen, unregelmäßig verdickten und getüpfelten Seitenwänden und etwas verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Kutikula fein gestreift. — Spaltöffnungen nur unterseits, sehr zahlreich und groß. — P.-G. 2schichtig, obere Schicht mit zahlreichen, großen Einzelkristallen. — Schw.-G. ziemlich locker. — Nerven mit Ausnahme der kleinsten durchgehend, die stärksten

mittels Kollenchyms, die schwächeren mit dünnwandigen Zellen die Epidermis erreichend; Parenchymscheide sehr großzellig; Schleimgänge fehlen. — Außer den großen Einzelkristallen zahlreiche kleine Drusen und Einzelkristalle in Begleitung über und unter den Nerven und kleinste Drusen im Weichbast. — Haare fehlen.

Rhamnus Staddo Rich.
Schimper. Abyssinien.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, mit etwas buchtigen, unregelmäßig verdickten und wenig getüpfelten Seitenwänden und stark verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite nicht gebuchtet, kleiner; Kutikula stark, gelblich, glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, zahlreich. — P.-G. 2schichtig, Zellen lang gestreckt, zuweilen einmal quergeteilt, in der oberen Schicht zahlreiche große Einzelkristalle. — Schw.-G. ziemlich locker, kurz, palisadenförmig. — Nerven mit Ausnahme der kleinsten durchgehend, nie vorspringend, beiderseits mittels dickwandigen Kollenchyms die Epidermis erreichend, manche nur unterseits an die Epidermis stoßend, die kleinsten eingebettet; Parenchymscheide sehr großzellig; Schleimgänge fehlen. — Außer den großen Einzelkristallen nur kleinste Drusen im Weichbast. — Haare fehlen,

Rhamnus Holstii Engl.
Holst, Nr. 3789. Usambara.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite mittelgroß, mit schwach gewellten, kaum verdickten Seitenwänden und deutlich verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, mit geraden Seitenwänden; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, zahlreich. — P.-G. 2schichtig, Zellen selten einmal quergeteilt; in der oberen Schicht zahlreiche große Einzelkristalle. — Schw.-G. locker. — Nerven mit Ausnahme der allerkleinsten durchgehend oder wenigstens unterseits an die Epidermis stoßend, mittelst stark verdickten Kollenchyms die Epidermis erreichend; Parenchymscheide großzellig; Schleimgänge fehlen. — Außer den großen Einzelkristallen kleine Drusen und Einzelkristalle im Kollenchym der größeren Nerven spärlich. — Haare beiderseits, unterseits besonders an den Nerven, einzellig, aus unverdickter Basis ziemlich lang zugespitzt, dickwandig, englumig.

Rhamnus Deflersii Schwfth.
Schweinfurth. Eritrea.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite mittelgroß, mit kaum gewellten, wenig verdickten Seitenwänden und stark verdickter Außenwand, nicht verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, zahlreich. — P.-G. 2schichtig, Zellen der oberen Schicht

häufig noch einmal quergeteilt; in der oberen Schicht zahlreiche große Einzelkristalle. — Schw.-G. ziemlich geschlossen, gegen die untere Epidermis kurz palisadenförmig. — Nerven mit Ausnahme der kleinsten die Epidermis wenigstens unterseits erreichend, nur die stärksten stellenweise durch schwach verdickte Zellen auch mit der oberen Epidermis verbunden; Parenchymscheide großzellig; Schleimgänge fehlen. — Außer den großen Einzelkristallen zahlreiche kleine Drusen im Kollenchym unter den Nerven. — Haare fehlen.

Rhamnus Frangula L.
Sammler? Deutschland.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, mit schwach gewellten, unverdickten Seitenwänden und kaum verdickter Außenwand, zahlreiche einzelne verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner, sonst wie oben; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, zahlreich, klein. — P.-G. 2 schichtig. — Schw.-G. locker. — Nerven mit Ausnahme der kleinsten alle durchgehend, die stärksten unterseits halbzylindrisch vorspringend, beiderseits mittels Kollenchyms die Epidermis erreichend; eine deutliche Gefäßbündelscheide ist nicht vorhanden; Schleimgänge unterseits mehrere, ziemlich weit. — Oxalsaurer Kalk nur in Drusen ausgeschieden; dieselben sind unterseits im Verlauf der Nerven häufig; kleinste Drusen auch im Weichbast. — Haare nur unterseits an den Nerven, etwas verkrümmt, mehrzellig, ziemlich dünnwandig, reich an Gerbstoff.

Rhamnus rupestris Scop.
Baldacci. Albanien.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Unterseite mittelgroß, polygonal, etwas abgerundet, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und schwach verdickter Außenwand, alle verschleimt; E.-Z. der Unterseite kleiner, nur einzelne verschleimt; Kutikula glatt. P.-G. 2 schichtig. — Schw.-G. locker, kurz-palisadenartig. — Nerven fast alle durchgehend; die stärksten unterseits wie bei *Rh. Frangula* vorspringend, beiderseits mittels Kollenchyms die Epidermis erreichend; eine parenchymartige Gefäßbündelscheide ist nur undeutlich entwickelt; Schleimgänge unterseits wie bei *Rh. Frangula.* — Oxalsaurer Kalk nur in Drusen ausgeschieden; dieselben sind im Verlauf der Nerven häufig; kleinste Drusen auch im Weichbast. — Haare beiderseits sehr spärlich nur an den Nerven, wie bei *Rh. Frangula* beschaffen.

Rhamnus autumnalis Gandog.
Gandoger, Nr. 281. Villefranche.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite mittelgroß, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und kaum verdickter Außen-

wand, zahlreiche einzelne verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, sehr zahlreich. — P.-G. 2schichtig. — Schw.-G. locker. — Nerven alle durchgehend, die stärksten wie bei den vorigen unterseits stark vorspringend; Gefäßbündelscheide undeutlich entwickelt; Schleimgänge wie bei den vorigen. — Oxalsaurer Kalk nur in Drusen von zuweilen ansehnlicher Größe ausgeschieden, in Begleitung der Nerven zahlreich; kleinste Drusen im Weichbast. — Haare nur unterseits an den Nerven spärlich, mehrzellig, lang und dünn, dünnwandig.

Rhamnus latifolia D. C.
Delile. Hort. bot. Monopelii.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und wenig verdickter Außenwand, fast alle verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner, nur einzelne verschleimt; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, zahlreich. — P.-G. 2schichtig, Zellen der oberen Schicht sehr oft noch einmal quergeteilt. — Schw.-G. locker. — Nerven alle durchgehend, im wesentlichen wie bei den vorigen; Gefäßbündelscheide etwas deutlicher entwickelt, parenchymatisch; Schleimgänge vorhanden. — Oxalsaurer Kalk nur in Drusen ausgeschieden; diese äußerst zahlreich in Begleitung der Nerven beiderseits und im Schw.-G. nächst der unteren Epidermis; kleinste Drusen auch im Weichbast. — Haare nur unterseits an den Nerven, spärlich, mehrzellig, aus enger Basis lang zugespitzt, etwas verbogen, mäßig dickwandig.

Rhamnus crenata Sieb. et Zucc.
Bürger. Japonia.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite groß, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und kaum verdickter Außenwand, zahlreiche einzelne verschleimt; Kutikula schwach gestreift. — Spaltöffnungen nur unterseits, sehr zahlreich. — P.-G. 2schichtig. Zellen der oberen Schicht zuweilen quergeteilt. Schw.-G. locker. — Nerven mit Ausnahme der kleinsten alle durchgehend, wie bei den vorigen; Gefäßbündelscheide deutlicher entwickelt, parenchymatisch; Schleimgänge wie bei den vorigen. — Oxalsaurer Kalk nur in Drusen ausgeschieden; diese in Begleitung der Nerven häufig; kleinste Drusen im Weichbast. — Haare äußerst spärlich an den Nerven, mehrzellig, ziemlich dünnwandig.

Rhamnus grandifolia Fisch. u. May.
Hohenacker. Lenkoran.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, mit stark gebuchteten, nicht verdickten Seitenwänden und kaum ver-

dickter Außenwand, ziemlich flach, zahlreiche einzelne verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite wenig kleiner, noch tiefer gebuchtet; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, zahlreich. — P.-G. 1 schichtig, sehr kurzzellig. — Schw.-G. locker, 2—3 schichtig. — Nerven alle durchgehend, die stärksten unterseits sehr weit vorspringend. Kollenchym reichlich; Gefäßbündelscheide wenig deutlich entwickelt; Schleimgänge wie bei den vorigen. — Oxalsaurer Kalk nur in Drusen ausgeschieden; diese in Begleitung der Nerven zahlreich, kleinste Drusen im Weichbast. — Haare unterseits an den Nerven zahlreich, aus verbreiterter, eingesenkter Basis sehr lang und fein zugespitzt, mehrzellig, ziemlich dickwandig.

Rhamnus caroliniana Walt.

Curtiss, Nr. 468. Florida.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite mittelgroß, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und kaum verdickter Außenwand, zahlreiche, einzeln oder in Gruppen, verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, sehr zahlreich, ungleich groß. — P.-G. 2 schichtig, Zellen der oberen Schicht oft einmal quergeteilt. — Schw.-G. locker. — Nerven mit Ausnahme der kleinsten alle durchgehend; Kollenchym reichlich; die kleinsten nur unterseits an die Epidermis stoßend; Gefäßbündelscheide sehr undeutlich; Schleimgänge wie bei den vorigen. — Oxalsaurer Kalk wie bei den vorigen, nur in Drusen ausgeschieden. — Haare beiderseits an den Nerven spärlich, etwas verbogen, mehrzellig, wenig dickwandig.

Rhamnus Purshiana D. C.

Jones. Fl. of Cal., Nr. 2554. Californien.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite mittelgroß, polygonal, mit wenig verbogenen, unverdickten Seitenwänden und etwas verdickter Außenwand, die Mehrzahl verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite wenig kleiner; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, ziemlich entfernt gestellt. — P.-G. 2 schichtig, Zellen der oberen Schicht sehr häufig einmal quergeteilt. — Schw.-G. ziemlich geschlossen. — Nur die stärksten Nerven durchgehend, mit reichlichem, aber wenig verdicktem Kollenchym; die kleineren nur unterseits an die Epidermis stoßend; Gefäßbündelscheide wenig deutlich entwickelt; Schleimgänge spärlicher, englumig. — Oxalsaurer Kalk nur in Drusen ausgeschieden; nur sehr kleine im Weichbast beobachtet. — Haare nur unterseits an den Nerven, spärlich, kurz, sichelförmig gebogen, mehrzellig, dickwandig.

Rhamnus obscura Schrank.
O. Swartz. Ex Antillis.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und kaum verdickter Außenwand, die Mehrzahl verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, zahlreich, ziemlich klein. — P.-G. 2 schichtig. — Schw.-G. 6 schichtig, geschlossen. — Nerven alle durchgehend, die stärksten mit breit entwickeltem Kollenchym, aber unterseits kaum vortretend; Gefäßbündelscheide nur undeutlich entwickelt; Schleimgänge vorhanden, weit. — Oxalsaurer Kalk nur in Drusen ausgeschieden; diese spärlich in Begleitung der Nerven, sehr kleine im Weichbast. — Haare fehlen.

Rhamnus capreaefolia Schlecht.
J. Donn. Smith. Nr. 3051. Guatemala.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Unterseite mittelgroß, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und schwach verdickter Außenwand, zahlreiche einzelne verschleimt, stark vergrößert; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, sehr zahlreich. — P.-G. 2 schichtig, Zellen der oberen Schicht öfters einmal quergeteilt. — Schw.-G. locker. — Nerven alle durchgehend; die stärksten unterseits vorspringend; Gefäßbündelscheide deutlicher entwickelt, parenchymatisch; Schleimgänge vorhanden, unterseits in Mehrzahl, über dem Gefäßbündel in Einzahl, weit. — Oxalsaurer Kalk nur in Drusen ausgeschieden; diese in Begleitung der Nerven häufig; sehr kleine im Weichbast zahlreich. — Haare beiderseits an den Nerven; unterseits länger, mit stark verdickter, etwas getüpfelter, kopfförmiger Basis eingesenkt, lang zugespitzt, mehrzellig, ziemlich dickwandig.

Rhamnus microphylla Humb. u. Bonpl.
Bertero. St. Domingo.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite sehr groß, mit fast geraden, unverdickten Seitenwänden und schwach verdickter Außenwand, fast alle verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite etwas kleiner; Kutikula äußerst fein gestreift. — Spaltöffnungen nur unterseits, ziemlich entfernt gestellt, klein. — P.-G. 1 schichtig, Zellen kurz, zuweilen einmal quergeteilt. — Schw.-G. locker. — Nerven nie durchgehend; die stärksten nur unterseits die Epidermis erreichend, beiderseits vorspringend, Kollenchym schwach entwickelt, ober- und unterseits je eine Gruppe von stark sklerosiertem Hartbast vorhanden; Gefäßbündelscheide sehr undeutlich; Schleimgänge unterseits vorhanden, sehr eng. — Oxalsaurer Kalk nur in Drusen ausgebildet; diese sehr klein und sowohl in den Palisaden, als auch im Schw.-G. und im Kollenchym der Nerven äußerst zahlreich. — Haare fehlen.

Rhamnus diffusa Clos.
O. Buchtien. Valdivia.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite ziemlich groß, mit etwas buchtigen, schwach verdickten Seitenwänden und deutlich verdickter Außenwand, zahlreiche einzelne verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite kleiner, stark gebuchtet; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, zahlreich, klein. — P.-G. 2schichtig, Zellen kurz, die der oberen Schicht zuweilen einmal quergeteilt. — Schw.-G. breit entwickelt, locker. — Nerven nie durchgehend, auch die stärksten nur unterseits die Epidermis erreichend, Kollenchym schwach entwickelt; Hartbastelemente sehr spärlich, Gefäßbündelscheide deutlicher, parenchymatisch; Schleimgänge spärlich, eng. — Kristalle fehlen. — Haare fehlen.

Rhamnus sphaerosperma Sw.
Sintenis. Portorico.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite mittelgroß, polygonal, mit geraden, wenig verdickten Seitenwänden und wenig verdickter Außenwand, fast alle verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, zahlreich, groß. — P.-G. 2schichtig, Zellen der oberen Schicht oft einmal quergeteilt. — Schw.-G. locker. — Nerven mit Ausnahme der kleinsten durchgehend. Kollenchym reichlich; die kleinsten der unteren Epidermis nahegerückt und sie entweder erreichend oder eingebettet: Schleimgänge unterseits vorhanden, sehr weit. — Nur kleinste Drusen im Weichbast. — Haare nur unterseits an den Nerven, einzeln oder zu zweien gebüschelt, mehrzellig, sehr lang und etwas gebogen, dickwandig.

Rhamnus sectipetala Mart.
= *Rh. polymorpha* Weberbauer.
Widgren. Minas Geraes.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite mittelgroß, z. T. klein, polygonal, etwas abgerundet, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und kaum verdickter Außenwand, zahlreiche einzelne verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, äußerst zahlreich, klein, breitoval. — P.-G. 2—3schichtig, Zellen der obersten Schicht oft einmal quergeteilt. — Schw.-G. ziemlich locker. — Nerven alle durchgehend; die stärksten unterseits weit vorspringend, Kollenchym reichlich, keine deutliche Gefäßbündelscheide vorhanden; Schleimgänge unterseits vorhanden, sehr weit. — Nur kleinste Drusen im Weichbast beobachtet. — Haare beiderseits sehr zahlreich, einzeln oder zu 2—4 gebüschelt, sehr lang und verbogen, mehrzellig, dickwandig.

Rhamnus Palmeri Wats.
Pringle, Nr. 4427. Mexiko.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. wie bei voriger, verschleimt. — Spaltöffnungen nur unterseits, klein, zahlreich. — P.-G. 2-schichtig, Zellen der oberen Schicht zuweilen einmal quergeteilt. — Schw.-G. 2—3schichtig, ziemlich geschlossen. — Nerven mit Ausnahme der kleinsten alle durchgehend, wie bei voriger; Schleimgänge unterseits vorhanden, sehr weit. — Oxalsaurer Kalk nur in Drusen ausgeschieden; diese spärlich in Begleitung der Nerven. — Haare beiderseits sehr zahlreich, zu 2—5 gebüschelt, ziemlich weit abstehend, sehr lang und dünn, mehrzellig, ziemlich dünnwandig.

Rhamnus californica Eschsch.
Jones, Nr. 2258. Kalifornien.

Blttb.: bifazial. — Ep.-Z. der Oberseite mittelgroß, polygonal, mit geraden, unverdickten Seitenwänden und kaum verdickter Außenwand, zahlreiche einzelne verschleimt; Ep.-Z. der Unterseite bedeutend kleiner; Kutikula glatt. — Spaltöffnungen nur unterseits, etwas entfernt gestellt, ziemlich groß. — P.-G. 3schichtig, kurzzellig, Zellen der obersten Schicht hier und da einmal quer geteilt. — Schw.-G. breit entwickelt, ziemlich locker. — Nerven mit Ausnahme der kleinsten durchgehend, wie bei voriger; Schleimgänge weniger zahlreich, enger. — Oxalsaurer Kalk nur in Drusen ausgeschieden, in Begleitung der Nerven häufig, kleinste Drusen auch im Weichbast. — Haare nur unterseits, sehr dicht gestellt, zu 4—8 gebüschelt, fast sternförmig nach allen Seiten ausgebreitet, ziemlich kurz und dünn, einzellig, dickwandig.

Emmenospermum.

Von dieser australischen Gattung, welche 2 Arten besitzt, lag mir *E. alphitonioides* zur Untersuchung vor. Die Pflanze zeigt zwar anatomisch (durch den Bau des Blattgewebes, die vollkommen eingebetteten kleineren Nerven und das Fehlen von Trichomen) eine gewisse oberflächliche Ähnlichkeit mit *Noltea*, der sie auch im System am nächsten steht, doch stellt sie immerhin einen höchst eigenartigen Typus dar.

Der Blattbau ist bifazial, 2 Schichten ziemlich langgestreckter Palisadenzellen und breit entwickeltes, auffallend geschlossenes Schwammgewebe aus sehr kurzen, fast rundlichen Zellen setzen das Diachym zusammen. Die Epidermis besteht oberseits aus ziemlich kleinen, polygonalen, isodiametrischen Zellen mit geraden, deutlich verdickten Seitenwänden und verdickter Außenwand; sie enthält zahlreiche verschleimte Zellen, die in Form und Größe von den unverschleimten bedeutend abweichen; sie sind nämlich etwa doppelt so breit und oft beinahe

3 mal so tief als die übrigen und senken sich weit ins Palisadengewebe ein; ihre Gestalt ist sehr breit spindelförmig, so daß, ähnlich wie bei *Zizyphus Horsfieldii* und *Z. javanensis*, die sie umgebenden, bedeutend kleineren und niederern Epidermiszellen z. T. über sie zu liegen kommen und fast rosettenförmig die durch ihren hellen Glanz und ihre bedeutende Größe hervortretenden verschleimten Zellen umlagern; die Außenwand der schleimführenden Zellen ist im Gegensatz zu der der übrigen nicht verdickt, ein Umstand, welcher deutlich für die wasserspeichernde Funktion der verschleimten Epidermiszellen spricht; die untere Epidermis, deren Zellen bedeutend kleiner und oft tiefer als breit sind, besitzt gleichfalls einzelne, sich durch ihre Größe auszeichnende Schleimzellen. Spaltöffnungen sind auf die Blattunterseite beschränkt; sie sind sehr zahlreich, mittelgroß, oval und weder eingesenkt noch emporgehoben. Von den Nerven sind die stärksten mittels sehr schwach entwickelten Kollenchyms durchgehend, aber nie vorspringend; alle kleineren Nerven sind an der Grenze zwischen Pal.- und Schwamm-Gewebe eingebettet. Die durchgehenden Nerven besitzen eine typische, auf den Seiten und oben offene Sklerenchymscheide, während die kleineren nur selten einige wenige Hartbastelemente aufweisen, dagegen von einer Hülle kleiner, ziemlich stark gestreckter, dünnwandiger Zellen umgeben sind. Schleimgänge finden sich in Einzahl unterseits im Kollenchym der durchgehenden Nerven; ihr Durchmesser beträgt 40—50 μ. Der oxalsaure Kalk ist stets nur in kleinen Drusen ausgeschieden, welche an die Nähe der Nerven gebunden sind. Haare fehlen vollkommen.

Emmenospermum alphitonioides F. v. Müll.
Herb. Hort. bot. Sydney. Neu-Süd-Wales.

Zusammenfassung.

Zum Schluß sei es mir gestattet, die systematisch verwertbaren Resultate meiner Arbeit in folgender Übersicht kurz zusammenzustellen.

I. Von den drei untersuchten Triben läßt nur die Tribus der *Ventilagineen* einige durchgehende, charakteristische Verhältnisse erkennen, durch die das Querschnittsbild ihres Blattes ein eigentümlich konstantes Gepräge erhält. Es sind dies die ausgesprochen flachen, mit buchtigen Seitenwänden versehenen Epidermiszellen, die stets eingebetteten kleineren Nerven und die gut entwickelte Sklerenchymscheide an den Seitennerven 1. Ordnung.

Im einzelnen konnte eine anatomische Verschiedenheit der Gattungen *Ventilago* und *Smythea* festgestellt werden, indem erstere eine verschleimte Epidermis besitzt, letztere nicht. Auch war es möglich, durch die anatomische Methode die Identität von *Smythea pacifica* und *Sm. novo-guineensis* zu bestätigen.

II. Für die Tribus der *Zizypheen* ergab sich kein durchgehendes Merkmal, doch sind wenigstens die meisten Gattungen dieser großen Tribus anatomisch gut unterschieden (Näheres im allg. Teil der *Zizypheen*.)

An Hand der anatomischen Blattstruktur ist eine natürlichere Gruppierung der zahlreichen *Zizyphus*-Arten möglich, als dies von Weberbauer in Engl. u. Pr. Nat. Pflf. nach ganz äußerlichen Verhältnissen versucht worden ist.

Ein Vorteil derselben besteht darin, daß sie auch mit der geographischen Verbreitung der Arten in Einklang zu bringen ist.

Ich möchte dieselben folgendermaßen anordnen.

A. Blätter mit verschleimter Epidermis und Schleimgängen unter den größeren Gefäßbündeln; alle der alten Welt angehörig (von Afrika durch das mediterrane Gebiet bis in den indomalayischen Archipel).

1. Gruppe: *Z. mucronata*, *Zeyheriana*, *sativa* und *Lotus*, durch eingebettete Seitennerven 2. Ordnung und Haarlosigkeit (sehr selten 1zellige Haare) ausgezeichnet.

   Afrikanisch-mediterrane Arten.

2. Gruppe: *Z. spina Christi*, *rotundifolia* und *Jujuba* mit durchgehenden Seitennerven und langen, hin- und hergebogenen, mehrzelligen Haaren, dazu noch *Z. apetala*.

   Asiatische Arten.

3. Gruppe: *Z. Oenoplia*, *Napeca*, *scandens*, *ferruginea*, *exserta*, *Xylopyrus*, *rugosa*, *javanensis*, *Horsfieldii* mit durchgehenden, kleinen Nerven und langen, geraden, mehrzelligen Haaren.

   Indomalayische Arten.

B. Blätter ohne verschleimte Epidermis, meist auch ohne Schleimgänge, stets mit Sklerenchymscheide; Haare kurz, mehrzellig und dünnwandig oder fehlend.

   Amerikanische Arten.

   Z. Joazeiro, *cotinifolia*, *platyphylla* und *thyrsiflora*.

Die übrigen Arten, zum großen Teil indomalayischer Herkunft, stehen mehr isoliert da und können bei den vorstehenden Gruppen nicht untergebracht werden.

Im einzelnen konnte die Identität von *Z. timoriensis* und *Z. celtidifolia*, die schon von Weberbauer vermutet wird, durch die bei beiden im Mesophyll auftretenden, großen Schleimzellen erwiesen werden.

Eine ganz isolierte Stellung beanspruchen *Z. Mistol* (von Weberbauer auch hervorgehoben) und *Z. oblongifolia*, beides südamerikanische Arten (Argentinien und Mattogrosso) durch ihre großzelligen, an *Condalia* erinnernden Parenchymscheiden und das gleichmäßige Vorkommen von Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten.

Ferner zeigt sich die Herübernahme von *Z. Parryi* und *lycioides* zu *Condalia* auch anatomisch wohl begründet, indem

die beiden eine großzellige Parenchymscheide besitzen und trotz der epidermalen Verschleimung keine Schleimgänge unter den Gefäßbündeln erkennen lassen; dazu kommt die habituelle Seite (kleinblättrige, xerophile Sträucher) und der Umstand, daß die beblätterten Äste dornig enden.

Microrhamnus ist nicht nur äußerlich, sondern auch durch die Struktur des Blattes — unverschleimte Epidermis, verschleimtes Hypoderm, reichliche Kristallführung, zentrischen Bau und die in den Furchen der Blattunterseite stehenden krausen Haare — wohl von *Rhamnella* unterschieden, mit welcher er noch im Index Kewensis vereinigt ist.

Sarcomphalus schließt sich durch seine Blattstruktur eng an *Reynosia* an. Leider kann sein stets vorhandenes Hypoderm nicht als Unterscheidungsmerkmal gegenüber *Reynosia* verwendet werden, nachdem ein solches auch bei *R. revoluta* und andeutungsweise bei *R. septentrionalis* gefunden wird. *Reynosia* und *Sarcomphalus* sind zwei Gattungen, die sich, entsprechend ihrer gemeinsamen Heimat Westindien, sehr nahe stehen, doch erhält *Reynosia* durch ihr ruminates Endosperm morphologisch eine scharfe Umgrenzung.

Eine anatomische Begrenzung von *R.* ist jedoch schlechterdings unmöglich.

Dagegen sind *Karwinskia* und *Rhamnidium* zwei sich sehr nahestehende Gattungen, die zusammen eine höchst natürliche Gruppe darstellen. Charakteristika derselben sind die eigentümlichen Sekreträume mit fingerförmig in den Hohlraum vorspringenden Epithelzellen und die großen, citrusartigen Einzelkristalle im Pal.-Gew.

Über die Gruppierung der Gattungen innerhalb der *Zizypheen*-Tribus läßt sich etwa folgendes sagen: Während *Zizyphus* und *Paliurus* durch das 3—5nervige Blatt und die Stipulardornen ihre nähere Verwandtschaft erweisen, *Reynosia* und *Sarcomphalus* einerseits, *Karwinskia* und *Rhamnidium* andrerseits dagegen sich besonders in anatomischer Hinsicht nahestehen, und die 3 Gattungen *Condalia*, *Microrhamnus* und *Krugiodendron* eigentlich nur durch die großzellige Parenchymscheide und die höchst wechselnde Art der Verschleimung (bei *Condalia* fehlend oder verschleimte Epidermiszellen oder schleimführende einzelne Palisadenzellen, bei *Microrhamnus* verschleimtes Hypoderm, bei *Krugiodendron* fehlend) sowie das regelmäßige Fehlen von Schleimgängen charakterisiert, aber doch sicher nächst verwandt sind, bleiben für die letzte Gruppe von Gattungen, die sich um *Berchemia* scharen (*Berchemia*, *Phyllogeiton*, *Maesopsis*, *Lamellisepalum*, *Rhamnella* und *Dallachya*), hauptsächlich Merkmale negativer Natur (keine Stipulardornen, keine Sekretlücken, keine großen Einzelkristalle, kein besonders ausgeprägtes Sklerenchym an den Nerven, aber auch keine großzellige Parenchymscheide); alle besitzen indes fiedernervige Blätter.

Phyllogeiton, früher zu *Scutia*, später zu *Berchemia* gerechnet, ist der einzige Vertreter dieser letzteren Gruppe ohne verschleimte

Epidermis, ein Umstand, der mich, zusammen mit dem Auftreten von erweiterten, Gerbstoff führenden Palisadenzellen und den eigentümlichen, im Bau von *Berchemia* abweichenden, trugdoldigen Blütenständen veranlaßte, denselben als Repräsentanten einer eigenen Gattung aufzufassen. Die Art des Blütenstandes war auch für Weberbauer maßgebend bei der Aufstellung einer Sektion *Phyllogeiton* von *Berchemia*. Damit dürfte dieser viel hin- und hergeschobenen Art ihr natürlichster Platz angewiesen sein.

Maesopsis, von der mir beide bis jetzt bekannte Arten (*M. Eminii* und *M. berchemioides*) vorlagen, dürfte sich am besten in der Nähe von *Berchemia* einreihen lassen, wie dies schon in den Nachträgen zu Weberbauers *Rhamneen* in Engl. und Pr. Nat. Pflf. geschehen ist. Immerhin steht die Gattung durch das ganz eigenartige Vorkommen von weitlumigen Schleimgängen im Weichbast ganz isoliert da.

Lamellisepalum, *Rhamnella* und *Dallachya* finden nach ihren anatomischen Verhältnissen ihren Platz gleichfalls in der Verwandtschaft von *Berchemia*.

III. In der artenreichen Gattung *Rhamnus* konnten die von Weberbauer unterschiedenen Abteilungen auch anatomisch umgrenzt werden.

Die anatomischen Merkmale derselben sind:

I. *Eurhamnus*. Epidermis nicht verschleimt.

1. *Alaternus*. Hauptnerven nie durchgehend; Blattrand durch ein Hypoderm verstärkt. Haare fehlend.
2. *Leptophyllius*. Hauptn. durchgehend; kein Hypoderm vorhanden; Haare meist vorhanden.
   - a. *Espina*. Große Kristalldrusen im Pal.-Gew. zahlreich.
   - b. *Cerrispina*. Große, citrusartige Einzelkristalle im Pal.-Gew. zahlreich.

Anm.: Danach würde *Rh. crocea*, welche morphologisch zur Abt. *Espina* gehört, zu *Cerrispina* zu ziehen sein.

II. *Frangula*. Epidermis verschleimt.

Eine Gruppe amerikanischer Arten zeigt durch den Besitz von Büschelhaaren eine nähere Zusammengehörigkeit.

Übersicht der Gattungen nach anatomischen Merkmalen.

Um die systematische Verwertbarkeit dieser anatomischen Untersuchung des Blattes der *Rhamneen* zu erhöhen, stelle ich zuletzt alle Arten oder Gattungen nach ihren anatomisch wichtigen Merkmalen zusammen. Um vollständig sein zu können, benutze ich die Daten der eingangs erwähnten Arbeit von Gemoll über das Blatt der *Rhamneen* aus den Triben: *Rhamneen*,

Colletieen und *Gouanieen*, und fasse damit das Ergebnis beider Arbeiten kurz zusammen.

Epidermis.

1. Epidermiszellen verschleimt: *Ventilago; Paliurus, Zizyphus* spez., *Condalia* Sekt. *Condaliopsis*, *Reynosia Wrightii*, *Rhamnidium*, *Berchemia*, *Maesopsis*, *Lamellisepalum*, *Rhamnella*, *Dallachya*; *Sageretia*, *Scutia* Sekt. I., *Rhamnus* Untergattung *Frangula*, *Emmenospermum*, *Ceanothus* spez., *Colubrina*, *Cormonema*, *Lasiodiscus*, *Alphitonia*, *Pomaderris* spez., *Trymalium* spez., *Spyridium*, *Cryptandra*; *Trevoa*, *Discaria* spez.; *Gouania* spez., *Reisseckia*, *Crumenaria*.
2. Epidermiszellen nicht verschleimt: *Smythea*; *Condalia* Sekt. *Eucondalia*, *Microrhamnus*, *Krugiodendron*, *Reynosia* (mit Ausnahme von *R. Wrightii*), *Sarcomphalus*, *Karwinskia*, *Phyllogeiton*; *Rhamnus* Untergattung *Eurhamnus*, *Noltea*, *Hovenia*, *Phylica*; *Talguenea*, *Colletia*; *Helinus*, *Marlothia*.
3. Epidermiszellen auffallend flach: *Ventilagineen*.
4. Epidermiszellen, obgleich nicht verschleimt, sehr tief: *Reynosia* spez., *Phyllogeiton*; *Eurhamnus* spez., *Helinus*.
5. Epidermiszellen auffallend getüpfelt: *Ventilago leiocarpa*; *Zizyphus* spez. *Phyllogeiton*; *Eurhamnus* spez., *Pomaderris* spez., *Cryptandra*, *Trymalium*, *Spyridium*.
6. Epidermiszellen stark buchtig: *Ventilagineae* partim; *Zizyphus* spez., *Eurhamnus* spez.; *Colletia ulicina*; *Gouania* spez.
7. Epidermiszellen (meist nur unterseits) papillenartig vorgewölbt: *Berchemia*, *Karwinskia*; *Discaria serratifolia*; *Helinus* spez., *Marlothia*.

Spaltöffnungen.

1. Sp. beiderseits: *Zizyphus* spez., *Condalia* Sekt. *Condaliopsis*; *Rhamnus* spez., *Scutia arenicola*, *Cormonema*; *Trevoa*, *Discaria*, *Colletia* spez.; *Reisseckia*, *Crumenaria*, *Marlothia*.
2. Sp. auffallend klein und eng gestellt: *Reynosia*, *Sarcomphalus*.
3. Sp. sehr groß: *Condalia* spez.; *Rhamnus* spez.; *Emmenospermum*; *Discaria* spez.

Haare.

1. Einzellige Haare:

   E. H. gerade: *Ventilago*; *Paliurus*, *Zizyphus* spez., *Condalia* spez., *Rhamnidium*; *Rhamnus* spez., *Colubrina*; *Colletieen*.

   E. H. gekräuselt: *Microrhamnus*, *Condalia* spez.; *Phylica*.

2. Mehrzellige Haare:
   M. H. gerade: *Ventilago; Zizyphus* spez., *Rhamnidium; Rhamnus* spez.; *Gouanieen.*
   M. H. gekräuselt: *Zizyphus* spez.; *Rhamnus* spez.
3. Stiftförmige, kurze Haare mit bulböser, getüpfelter Basis: *Zizyphus funiculosa.*
4. 2armige, einzellige Haare: *Sageretia.*
5. Sternhaare (nur unterseits): *Pomaderris* (gestielt und ungestielt), *Trymalium* und *Spyridium* (kurzgestielt), *Cryptandra* (kurz oder lang gestielt).
6. Den Sternhaaren ähnliche Büschelhaare: *Rhamnus sectipetala, sphaerosperma, Palmeri* und *californica.*
7. Drüsenhaare: *Ceanothus papillosus.*
8. Papillenhaare: *Cryptandra* spez.

Hypoderm.

1. Gewöhnliches Hypoderm: *Reynosia* spez.; *Sarcomphalus; Rhamnus Alaternus* (nur am Blattrand).
2. Verschleimtes Hypoderm: *Microrhamnus.*

Palisaden-Gewebe.

1. Pal.-Z. auffallend lang: *Zizyphus Jujuba* und nächste Verwandte, *Cormonema ovalifolium, Colubrina* spez., *Phylica, Alphitonia; Talguenea. Discaria; Gouania.*
2. Pal.-Z. auffallend kurz: *Talguenea* spez.
3. Pal.-Z. z. T. schleimführend: *Condalia* spez., *Talguenea, Discaria.*
4. Pal.-Z. z. T. erweitert und Gerbstoff führend: *Phyllogeiton; Scutia* Sekt I.; *Cryptandra obovata; Talguenea* und *Discaria* (gerbstoffreicher Schleim).
5. Pal.-Z. z. T. sklerenchymatisch und Gerbstoff führend: *Maesopsis, Rhamnella; Pomaderris* spez.
6. Pal.-Z. z. T. erweitert und Kristall führend: *Condalia, Krugiodendron, Zizyphus* spez., *Reynosia Northropiana, Rhamnidium, Karwinskia; Rhamnus, Scutia* Sekt. II, *Hovenia, Colubrina, Lasiodiscus, Pomaderris, Trymalium* spez.; *Trevoa.*

Schwammgewebe.

1. Sch.-G. sehr locker, aus gestreckten, fast hyphenartig durcheinander gewobenen Zellen bestehend: *Reynosia, Sarcomphalus.*

Sekretlücken.

1. Nur im Mesophyll: *Reynosia* spez.
2. Im Mesophyll und meist auch im Kollenchym der größeren Nerven: *Rhamnidium, Karwinskia.*
3. Nur in den Nerven, gangartig: *Reynosia revoluta.*

Schleimzellen.

1. Im Palisadengewebe: *Condalia* spez., *Talguenea*, *Discaria*.
2. In einer Mittelschicht: *Zizyphus celtidifolia*.

Schleimgänge.

1. Im Kollenchym der Nerven: *Ventilago*, *Paliurus*, *Zizyphus* spez., *Rhamnidium*, *Karwinskia*, *Berchemia*, *Maesopsis*, *Lamellisepalum*, *Rhamnella*, *Dallachya*, *Rhamnus* spez., *Sageretia*, *Scutia* Sekt I., *Emmenospermum*, *Hovenia*, *Ceanothus* spez., *Colubrina*, *Cormonema*, *Lasiodiscus*, *Alphitonia*; *Gouania*, *Helinus* spez.
2. Im Weichbast: *Maesopsis*.

Nerven.

1. Seitennerven 2. Ordnung durchgehend: *Reynosia*, *Sarcomphalus*, *Rhamnidium*, *Karwinskia*, *Zizyphus* spez.; *Sageretia*, *Cormonema*, *Colubrina*, *Ceanothus*, *Alphitonia*, *Pomaderris*, *Hovenia*; *Helinus brevipes*, *Crumenaria chortroides*.
2. Seitennerven 2. Ordnung eingebettet: *Ventilagineen*; *Zizyphus* spez., *Condalia*, *Krugiodendron*; *Scutia*, *Rhamnus* spez., *Emmenospermum*, *Lasiodiscus*, *Trymalium* (meist), *Colletieen*: *Gouanieen* (mit wenigen Ausnahmen).
3. Seitennerven 1. Ordnung mit gut entwickelter Sklerenchymscheide: *Ventilagineen*; *Zizyphus* spez., *Berchemia* spez., *Reynosia*, *Sarcomphalus*, *Lamellisepalum*; *Sageretia*, *Scutia* spez., *Emmenospermum*, *Phylica* spez., *Lasiodiscus*, *Gouania* spez. (aber nie geschlossen).
4. Seitennerven 2. Ordnung mit großzelliger, gerbstoffreicher Parenchymscheide: *Condalia*, *Microrhamnus* (fast kollenchymatisch), *Krugiodendron*, *Zizyphus* spez.; *Rhamnus* spez., besonders Subsekt. *Cervispina*.

Kristalle.

1. Citrusartige, große Einzelkristalle in erweiterten Pal.-Z.: *Reynosia Northropiana*, *Rhamnidium*, *Karwinskia*; *Scutia* Sekt. II, *Rhamnus* Sekt. *Leptophyllus* Subsekt. *Cervispina*.
2. Große Kristalldrusen in erweiterten Pal.-Z.: *Condalia*, *Microrhamnus*, *Krugiodendron*, *Zizyphus* spez.; *Rhamnus* Sekt. *Leptophyllus* Subsekt. *Espina*, *Hovenia*, *Colubrina*, *Lasiodiscus*, *Pomaderris*, *Trymalium*; *Trevoa*.
3. Kleine Einzelkristalle in Begleitung der Nerven besonders häufig: *Ventilagineen*; *Zizyphus* spez., *Berchemia* spez., *Reynosia*, *Sarcomphalus*; *Lasiodiscus*.
4. Kleine Einzelkristalle in gepaarten Epidermiszellen: *Ventilago leiocarpa*.

5. Kleine Einzelkristalle in gewöhnlichen Pal.-Z.: *Ventilago*.
6. Kleine Kristalldrusen in gewöhnlichen Pal.-Z.: *Zizyphus Lotus, rotundifolia* und *Jujuba, Rhamnus microphylla*.
7. Styloiden: *Gouanieen* (außer bei *Helinus*).
   a) meist aufrecht (d. h. senkrecht zur Blattfläche) oder schief: *Gouania, Reisseckia*.
   b) stets liegend (d. h. parallel zur Blattfläche): *Crumenaria*.

Which compound in certain plant-juices can liberate iodine from potassium iodid?

By

K. Asō,

Assistant Professor in the University of Tokyō.

Some time ago Kastle and Loewenhart[1]) endeavored to render probable the hypothesis that the oxidizing actions of plant juices are caused by organic peroxids, and Bach and Chodat[2]) observed the liberation of iodine by tousching a fresh section of the stem of *Lathraea* with a paper moistened with iodid of potassium starch. wich also was attributed to an organic peroxid. However the further observation that plant juices soon lose this property is not in favor of the view, that this oxidizing principle would be identic with the oxidase characterized by the guaiacum blue reaction, since this can still be observed, although weaker, with a plant juice after standing a few days. Also the further interesting observation of these authors that in the wilting of a plant the iodine reaction disappears first, speaks against the identity of this oxidizing principle with the common oxidase (laccase)[3]). I have made a series of tests with the juices of potato tubers, young pea plants, shoots of *Nelumbo*, *Colocasia*, *Bambusa* and *Hordeum*, and also the roots of radish plants wich objects yield the guaiacum reactions for oxidase and peroxidase very well, but not the iodine reaction. As I supposed that these juices might contain some substance which interfered with the formation of iodine starch by binding the iodine immediately after being liberated, I have treated those juices with an excess of absolute alcohol and after washing the precipitates, containing the oxidizing enzyms, with alcohol they were dissolved again in some water. These solutions also yielded the guaiacum reactions upon oxidase and peroxidase very

---

[1]) Americ. chem. Journ. XXVI. 1901. No. 6. Dez.

[2]) Ber. Deut. chem. Gesell. XXXV. S. 2466.

[3]) Also Raudnitz arrived at the conclusion that the iodine reaction is not due to any of the known oxidases.

well, but not a trace of the iodine reaction. I applied for one volume of this solution $^1/_3$—$^1/_2$ volume of a 2% starch paste to which 1% potassium iodid and 0,5‰ acetic acid was added. These mixtures yielded even after twentyfour hours standing in darkness, no trace of any blue reaction, while the guaiacum blue reaction even in absence of hydrogen peroxid was still obtained with great intensity[1]). Bach and Chodat recommend to add some manganosulfate in those cases in which the iodine reation with plant juices fails. But in the above mentioned cases with the juices of potato pea and radish, this sulfate did not change the result.

In order to decide whether the oxidizing enzyms are really organic peroxids, I have made the following experiments relating to the special oxidizing enzym, which produces a red color which a 1% guaiacol solution in presence of a weak acid reaction. The juice of the leaves of radish contains besides oxidase and common peroxidase, also a peculiar oxidizing enzym which produces the red reaction just mentioned[2]). This juice was mixed with $^1/_{10}$ of its volume of a hydrogen peroxid of about 2% and of a faint acid reaction. After five minutes standing about four times the bulk of absolute alcohol was added and the precipitate washed very well with alcohol. This precipitate was then dissolved in some water and tested with guaiacol, but no reaction wathever was taking place. If Kastle and Loewenhart's view[3]), that also peroxidases were nothing but organic peroxids, was correct, then the supposed organic peroxid must be formed almost instantaneously when hydrogen peroxid comes in contact with the proper organic material in the juice. This supposed organic peroxid would consequently be also present in the alcoholic precipitate containing all the oxidizing enzyms, hence the aqueous solution of this precipitate ought to give now the red guaiacol reaction without the further aid of hydrogen peroxid, but the fact was: no reaction in absence, but an intense reaction in presence of hydrogen peroxid. What is true for this kind of peroxidase (β-guaiacolase) is very probably also true for the common peroxidase characterized by the blue coloration with guaiacum tincture an hydrogen peroxid[4]), but

[1]) In one case I had applied intentionally a potassium iodid solution not freshly prepared, but one which had been exposed in presence of air for a few days to sunlight. In this case, a blue reaction was gradually observed, evidently due to slight traces of free iodine formed in this solution.

[2]) Since Bourquelot observed in the fungus *Russula* an oxidizing enzym which produces a red color with guaiacol even in absence of hydrogen peroxid, I propose to distinguish this peculiar enzym as α-guaiacolase, from the abovementioned enzym which I call β-guaiacolase. About this reaction compare also my article, on oxidizing enzyms in the vegetable body. (Bul. College of Agric. Tokyō. Vol. V. No. 2. p. 207—235.)

[3]) Americ. chem. Journ. XXVI. 1901. No. 6. Dez.

[4]) On heating the solution of the enzym precipitate above-mentioned for 5 minutes to 75° C. the oxidase and the common peroxidase are killed, while the guaiacol-hydrogen peroxid-reaction was still obteined, although weaker than before the heating.

thus far I was not able to prove it in the way just mentioned, since I encountered some difficulty in the preparation of a peroxidase precipitate sufficiently pure. Further, de fact that purified oxidase does not liberate iodine from potassium iodid in acid solution, shows that it is not an organic peroxid[1]). However, the possibility of a transient formation of an organic peroxid cannot be denied when the oxidase causes the oxidation of a certain other compound. Such peroxids are then the first products of an oxidation caused by the oxidizing enzym, and this opinion also that of Bach and Chodat, and differs essentially from the hypothesis of Kastle and Loewenhart, according to which oxidases themselves are the peroxids.

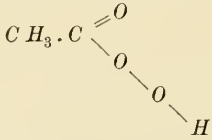
It must be remembered, moreover, that the liberation of iodine from potassium iodit not only may be due to different oxidizing influences but also that on the other hand, it is not a specific property of all organic peroxids. Thus neither diethylperoxid nor dibenzoylperoxid will liberate iodine, but benzoylhydroperoxid can do so. But it is a very striking fact that this peroxid can also liberate iodine from potassium iodit in the presence of sodium bicarbonate, and not only in presence of free acid. Such hydroperoxids as can liberate iodine are exceedingly powerful compounds[2]), resembling hypochlorites in their actions[3]); hence the amount of such poisons in the cells can only be exceedingly minute, otherwise the cells would be killed.

Since I have now preved that the iodine reaction does not go parallel to the blue guaiac reaction and since further there exists no proof that organic peroxids are the cause of the iodine reaction in many vegetable objects, it was important to decide the nature of the iodine liberating substance. Two suppositions seemed worth while to be tested, either there might exist in

---

[1]) At least not of that kind that can liberate iodine. Also the existence of zymogens of oxidases militates against the above hypothesis of Kastle and Loewenhart. Recently, very interesting experiments were described by Chodat and Bach (Ber. D. chem. Ges. 1903, No. 3), from which it appears that common oxidases are mixtures of „oxygenases“ and peroxidases.

[2]) Compare, e. g., Ber. d. D. chem. Ges. 35, p. 3943 and p. 3946. Recently, R. H. Page (Amer. pat. 717016 of 30. Dez. 1902) describet acetylhydroperoxid



which has a strong odor after hypochlorous acid and has a powerful bactericidal action.

[3]) Compare in regard to the data here mentioned, the articles of Bayer and Villiger in „Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft“, 1899 and 1900, especially in the latter volume, p. 1578.

some objects certain ferric compounds[1]) or traces of nitrites. The following linis will doubtless prove of some interest in regard to this question.

Experiments with buds.

While shoots of barley, bamboo, pea and *Colocasia* did not give the iodine reaction, but very well the guaiac reactions, sections of potato shoots[2]) yielded directly the iodine reaction[3]). The cold prepared extract behaved alike. In a second case, with shoots of potatoes from another source, however, the iodine reaction failed, altough oxidase, peroxidase and β-guaiacolase[4]) were present.

Of considerable interest were the observations made with the tubers and buds of *Sagittaria sagittifolia*. The cold prepared aquoeus extract of the bulb gave no iodine reaction, but it gave the blue guaiac reaction, while the extract of the buds yielded directly both reactions. Eight buds of *Sagittaria* were extracted with 100 c. c. water; a portion was tested directly and another after boiling for 30 seconds. In the former case, oxidase, peroxidase and β-guaiacolase were easily recognized by their reactions, while in the latter case, no trace of this reaction was more obtained. But very different were the phenomena in regard to the iodine reaction. Not only tho unboiled, but also the boiled juice yielded this reaction with great intensity after addition of some acetic acid[5]). Even boiling for 2 minutes did not alter this result[6]). It is therefore undeniable, that hereby another proof is furnished that the substance wich gives the guaiac reaction for oxidase is not identic with the substance that give the iodine reaction. It was of interest to me to decide whether in the bulbs a compound would be present that can prevent the iodine reaction which so easily and intensely is obtained in the buds. Hence four bulbs were crushed after removing the skins and macerated with 100 c. c. water. The filtrate was mixed with alcohol, whereby a considerable precipitate was obtained. This was collected on a filter, washed and after well pressing between filter paper, and evaporation of the alcohol at common temperature, extracted with water and tested again. The iodine reaction failed however while the guaiac reaction was obtained. Further tests convinced

---

[1]) It may in this connection be of some interest to mention that ferric sulfate even in a dilution of 1 : 10000 can liberate iodine.

[2]) The tubers did not give this reaction, as was mentioned before.

[3]) A few drops of a 10% acetic acid always here to be added to obtain this reaction.

[4]) See above, p. 3, footnote on guajacolase.

[5]) A blind control test with acetic acid and potassium iodid-starch-paste showed no reaction whatever.

[6]) Bach and Chodat mention that after heating to 80° C. the iodine reaction is no longer obtained. This is, however, probably only the case when the acidity of the juice is more marked than in the case of the *Sagittaria* buds.

me that among other substances soluble albumin as well as pepton[1]) can prevent the appearance of the iodine reaction which very easily can be unterstood, since these compounds can bind some iodine thus rendering the formation of iodine-starch impossible. Hence it might be supposed that the alcoholic precipitate just mentioned failed to give the iodine reaction on account of having contained some soluble albumin. Since the juice of the bulb contained some soluble albumin, it was further not surprising to find that the juice of the bulb was capable to prevent the iodine reaction in the juice of the bud, and further that the boiled juice of the bulb did not prevent it anymore. It was further tested whether the juice of the bulb itself would yield the iodine reaction after removing the soluble albumin. But after a few seconds boiling whereby the albumin separated in flocculi, no iodine reaction was obtained in the filtrate, although short boiling in neutral solution does not destroy the active compound as I have mentioned above.

The resistance of the active principle towards boiling heat suggested a careful test for nitrites and indeed to my great surprise the reaction of Griess for nitrites yieldet at once a very decisive result. Hence the liberation of iodine is due not to any enzym nor to any peroxid, but to nitrite.

It seems strange that the occurrence of nitrite in plants thus far was overlooked. It is true that Schönbein more than thirty years ago had supposed the existance of nitrite in plant juices and further that Berthelot had assumed the formation of nitrate in leaves and shoots from ammonia. But some authors did not agree with these observations. The occurrence of nitrite in plants is indeed surprising, since we know that nitrites are very poisonous for plants, containing an acid plant juice[2]). But in this regard we must not overlook that the reaction of Griess shows nitrite even in exceedingly high dilution, and that nitrous acid is not present here in the free state since the acidity of *Sagittaria* buds is hardly perceptible[3]). I assume that the nitrous

---

[1]) It was Mr. Shibata who called first my attention to this fact, befose I commenced this investigation.

[2]) O. Loew, Natürliches System der Giftwirkungen, p. 61 and p. 107.

[3]) Not only the buds, but also the shoots 8—10 cm long of *Sagittaria* yielded the iodine reaction as well as the Griess reaction. But, when the young plants reached the height of 18 cm, tho reaction of Griess was no more obtained, although still the iodine reaction can be observed. However, the reaction of diphenylamine can be obtained when carried out with proper care.

In making the tests for nitrous acid, very much care must be taken, since in laboratories where many gas flames are burning, traces of nitrous acid are present in the atmosphere and even adhering to various objects. (See O. Loew: Ber. D. chem. Ges. Vol. XXIII. p. 1444). Hence, in my case, all vessels were first washed with distilled water and further the moistened saw dust in which the shoots were grown, was tested for nitrous acid. Further control tests were regularly made. The production of nitrous acid by flames, may have caused also an error in the observation of Bonnema, mentioned in the Chemiker-Zeitung. 1903. No. 14.

acid is present as potassium nitrite. A quantitative colorimetric test with the buds of *Sagittaria* showed that the amount of potassium nitrite was only 0.000 1 g. KNO_2 per shoot (fresh) = 0.0135 % in average. Five buds weighing in the fresh state, 3.7 g. were crushed and extracted with 50 c. c. of boiling hot water; after ten minutes, the extract was filtered off 10. c. c. of the filtrate were now mixed with 1 c. c. saturated solution of sulphanilic acid, then with two drops of dilute sulphuric acid, and after two minutes, 2 c. c. of a dilute solution of α-naphtylamine hydrochlorid were added. At exactly the same time a highly diluted solution of potassium nitrite in different degrees of concentration were treated exactly alike. The characteristic red reaction of considerable intensity set in at once with the extract and the colorimetric comparison with the other tests showed that the reaction corresponded nearest to that of KNO_2 in a dilution of 1 : 100000.

Since the question is of some interest whether this nitrite is formed by reduction of nitrate or by oxidation of ammonium salts, I have tested the bulbs with diphenylamine, but no reaction was obtained, hence neither nitrates nor nitrites were present in the bulb. The boiled juice of the buds was also poured carefully on the surface of diphenylamine solution in concentrated sulphuric acid, and here soon a blue ring was observed, doubtless due to the small quantity of nitrite present. We can therefore infer that the nitrons acid in the buds is formed in analogy to the nitrification process by oxidation of ammonia.

I have further compared the reaction of potassium nitrite in the dilution of 0.001 % upon potassium iodid-starch paste; and obtained a blue color of nearly the same intensity as with the above mentioned extract of the buds.

It would be naturally of importance to prove in a great number of cases in which the iodine reaction is obtained that also the Griess reaction for nitrites can be observed. But here I encountered an unexpected obstacle. There occur certain compounds related to the thannins, that can prevent the reaction of Griess. Some trials have convinced me that not only phloroglucin and hydrochinon and common tannin, but also the juice of bean shoots and an infusion of green tea can prevent the reaction of Griess[1]). Such peculiar preventive compounds happily do not occur in the buds of the *Sagittaria* bulb. This yields only a slight greenish reaction with ferrous sulphate while the shoots of bean give an intense black reaction. My

---

[1]) Tests with asparagin, guanidine, methylamine and peptone have however convinced me that these do not prevent the reaction of Griess, if not too much time is lost.

In regard to bean shoots it is of interest to note that shoot 12—15 cm long will show the iodine reaction very plain, iy the uppermost 2 cm, but not at the base and in the roots, while the guaiac reaction was obtained with every parts of the young plants.

various efforts to remove this disturbing factor in the shoots of beans in order to obtain the Griess reaction thus far have failed. But, neverthless I am inclined to believe that nitrite causes the iodine reaction also in other cases, not only in *Sagittaria.* In those cases where it is by no means easy to obtain the Griess reaction, while the iodine reaction is readily observed, the diphenylamine reaction can sometimes be obtained as e. g., with the shoots of potatoes. It is, however, necessary to pour very carefully the plant juice on the surface of Knops diphenylamine solution. If the blue coloration does not appear verry soon, then moderate shaking will produce the blue. However it will rapidly disappear again.

Summary.

1. The view of Kastle and Loewenhart that the oxidizing agencies in plant juices are organic peroxids is not sufficiently proved and not in accordance with my observations.

2. There exists also no decisive proof that the liberation of iodine from potassium iodid by certain plant juices is due to an organic peroxid.

3. The common oxidase can not liberate iodine. The liberation of iodine and the guaiac reactions do not show any parallelism.

4. The iodine reaction obtained with the buds of the *Sagittaria* bulb is due to traces of nitrites, which thus were shown the first time to occur in phaenogams.

5. There occur in plants (bean shoots) certain benzene compounds that can prevent the reaction of Griess upon nitrites.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Das Äther-Verfahren beim Frühtreiben mit besonderer Berücksichtigung der Fliedertreiberei. Von **W. Johannsen,** ord. Lektor der Pflanzenphysiologie an der dänischen landw. Hochschule in Kopenhagen. Mit 4 Textfiguren. 1900. Preis: 80 Pf.

Flora, 1900. Bd. LXXXVII, Heft 2:

Das vorliegende Schriftchen ist für die gärtnerische Praxis bestimmt, bei dem hohen theoretischen Interesse, welche sich an die Frage nach der Verursachung der Ruheperioden knüpft, wird es aber auch die Botaniker interessieren.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift vom 15. April 1900:

Ein Schriftchen von nur 27 Seiten, das zwar besonders für die gärtnerische Praxis bestimmt ist, aber auch Botaniker interessiert.

Willkürliche Entwickelungsänderungen bei Pflanzen. Ein Beitag zur Physiologie der Entwickelung. Von Dr. **Georg Klebs** in Halle a. S. Mit 28 Textabbildungen. Preis: 4 Mk.

Pathologische Pflanzenanatomie. In ihren Grundzügen dargestellt. Von Dr. **Ernst Küster,** Dozent für Botanik an der Universität zu Halle a. S. Mit 121 Abbildungen im Text. 1903. Preis: 8 Mark.

Studien über den Milchsaft und Schleimsaft der Pflanzen. Von Dr. **Hans Molisch,** Prof. der Botanik und Vorstand des pflanzenphysiolog. Instituts der Universität Prag. Mit 33 Holzschnitten im Text. 1901. Preis: 4 Mark.

— **Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen.** Mit 11 Holzschnitten im Text. 1897. Preis: 2 Mark 50 Pf.

— **Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen.** Eine physiologische Studie. Mit einer Tafel. 1892. Preis: 3 Mark.

Die Kulturgewächse der deutschen Kolonien und ihre Erzeugnisse. Für Studierende und Lehrer der Naturwissenschaften, Plantagenbesitzer, Kaufleute und alle Freunde kolonialer Bestrebungen. Nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse bearbeitet. Von Prof. Dr. **R. Sadebeck,** Direktor des botanischen Museums und des botanischen Laboratoriums für Warenkunde zu Hamburg. Mit 127 Abbildungen. 1899. Preis: 10 Mark, geb. 11 Mark.

Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Mit 502 als Tafeln oder in den Text gedruckten Abbildungen in Autotypie, 5 Tafeln in Lichtdruck und 4 geographischen Karten. Von Dr. **A. F. W. Schimper,** a. o. Prof. an der Universität Bonn. 1898. Preis: brosch. 27 Mark, eleg. in Halbfranz geb. 30 Mark.

Österr. bot. Zeitschrift Nr. 1, 1899:

Ein prächtiges Werk, das uns insbesondere die Resultate der Anpassungserscheinungen in den Tropen in Wort und Bild vor Augen führt. . . . . Glänzend ist die illustrative Ausstattung des Werkes. Die Mehrzahl der Abbildungen besteht aus Reproduktionen photographischer Aufnahmen von Vegetationsbildern aus allen Teilen der Erde, die der Verfasser zum Teile selbst anfertigte, zum Teile mit viel Emsigkeit sich zu beschaffen wußte. Die Abbildungen allein liefern ein pflanzengeographisches und allgemein geographisches Material von größtem Wert.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Die Beihefte zum Botanischen Centralblatt

Original-Arbeiten

herausgegeben von

Prof. Dr. Oskar Uhlworm in Berlin und **Prof. Dr. F. G. Kohl** in Marburg,

welche früher im Verlage der Herren Gebr. Gotthelft in Cassel erschienen, sind mit Beginn des XII. Bandes in den Verlag von Gustav Fischer in Jena übergegangen **und stehen in keinem Verhältnisse zu der „Association internationale des botanistes".**

Redaktion und Verlag werden alles aufbieten, um den Herren Botanikern Gelegenheit zu bieten, ihre wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gesamtgebiete der Botanik in schnellster Weise und in bester äußerer Ausstattung den Fachgenossen der Erde zur Kenntnis zu bringen.

Um zu erreichen, daß die Arbeiten in allerkürzester Zeit veröffentlicht werden können, wird jede eingelaufene Arbeit möglichst sofort in Druck genommen und ihre Herstellung so beschleunigt werden, daß die Publikation unter Umständen schon innerhalb zweier Wochen erfolgen kann. Aufnahme finden gediegene Originalarbeiten aus allen Disziplinen der Botanik; sie können in deutscher, englischer oder französischer Sprache veröffentlicht werden.

Die „**Beihefte**" erscheinen in Zukunft wie bisher in zwanglosen Heften, die in Bände von etwa 35 Bogen Umfang zum Preise von **16 Mark** für den Band zusammengefaßt werden.

Bestellungen nimmt jede Buchhandlung Deutschlands und des Auslands entgegen.

Das kleine pflanzenphysiologische Praktikum.

Anleitung zu pflanzenphysiologischen Experimenten. Für Studierende und Lehrer der Naturwissenschaften. Von Dr. **W. Detmer**, Prof. an der Universität in Jena. Mit 163 Abbild. 1903. Preis: brosch. 5 Mark 50 Pf., geb. 6 Mark 50 Pf.

Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien.

Von **Alfred Fischer**, o. Prof. der Botanik in Basel. Mit 3 Tafeln. Preis: 7 Mark.

Die Farngattung Niphobolus.

Eine Monographie. Von Dr. **K. Giesenhagen**, Prof. der Botanik in München. Mit 20 Abbildungen. 1901. Preis: 5 Mark 50 Pf.

Organographie der Pflanzen

insbesondere der **Archegoniaten und Samenpflanzen. Erster Teil: Allgemeine Organographie.** Von Dr. **K. Goebel**, Prof. an der Universität München. Mit 130 Abbildungen im Text. 1898. Preis: 6 Mark.

—— **Zweiter Teil: Spezielle Organographie.** 1. Heft, Bryophyten. Mit 128 Abbildungen im Text. 1898. Preis: 3 Mark 80 Pf. 2. Heft: Pteridophyten und Samenpflanzen. Erster Teil. Mit 173 Abbildungen im Text. 1900. Preis: 7 Mark. Zweiter Teil (Schluß des Ganzen). Mit 107 Textabbildungen. 1901. Preis: 5 Mark.

Ein Blick in die Geschichte der botanischen Morphologie und die Pericaulom Theorie.

Von Dr. **H. Potonié**, Kgl. preuß. Landesgeologe und Professor bezw. Privatdozent der Paläobotanik an der Kgl. Bergakademie und der Universität zu Berlin. (Erweiterter Abdruck aus der naturwissenschaftlichen Wochenschrift. Neue Folge. II. Band, der ganzen Reihe XVIII. Band.) Mit 9 Abbildungen. 1903. Preis: 1 Mark.

Beitrag zur Chemie und Biologie der Lebermoose.

Von

C. E. Julius Lohmann
(aus Holland).

Einleitung.

Schon vor längerer Zeit hat Stahl die immer sehr vernachlässigte chemische Untersuchung der Lebermoose anregen wollen, indem er in seiner biologischen Studie: „Pflanzen und Schnecken" aussprach, daß eine solche interessante Ergebnisse an das Licht fördern würde[1]). Stahl gründete diese Vorhersage auf seinen Befund, daß die Lebermoose, im Gegensatz zu den durch Härte, rauhe Oberflächen, spitze Höckerchen u. s. w. „mechanisch geschützten" Laubmoosen, vorwiegend durch das Vorhandensein von nicht zusagenden Bestandteilen der Tierwelt gegenüber „chemisch geschützt" sind.

Es ist eine auffallende und sehr bekannte Tatsache, daß die Moose im allgemeinen weder von Insekten noch von Schnecken und größeren Tieren gern gefressen werden. Obwohl es, wie Stahl hervorhebt, an den von diesen Gewächsen bevorzugten Standorten keineswegs an Schnecken fehlt, und anderweitige vegetabilische Nahrung nicht immer in Überfluß vorhanden ist, findet man im Freien an ihren überwinternden Vegetationskörpern nur selten die Spuren von Tierfraß. Bei Stahls Fütterungsversuchen erwiesen sich einige Arten von Laubmoosen so hart, daß sie, trotz ihren durchaus milden Geschmack, von Schnecken auch in der größten Not fast gar nicht beschädigt wurden. Machten sich aber Spuren von Fraß bemerklich, so hatten die Tierchen nur die weicheren Teile der Blätter verzehrt. Von einem abschreckenden Riechstoff ist bei den meisten Laubmoosen wohl auch kaum etwas zu spüren. Dementsprechend wurden mit Alkohol ausgelaugte Pflänzchen den frischen nicht vorgezogen, im Gegenteil die letzteren, wohl wegen ihres unberührt gebliebenen Zuckergehalts, lieber gefressen.

Ebenso wurden Fragmente der frischen, saftigeren Lebermoose sogar von sehr ausgehungerten Schnecken verschmäht, und *Fegatella conica* wurde von zahmen Kaninchen gar nicht berührt. Aus dem Mangel irgendwie energisch wirkender mecha-

[1]) Stahl, E., Pflanzen und Schnecken, eine biologische Studie über die Schutzmittel der Pflanzen gegen Schneckenfraß. Jena 1888. S. 51, und überhaupt S. 49—54 und 106—108.

nischer Verteidigungsmittel ergab sich sofort, daß diese *Bryophyten*, wenn auch vielleicht nicht ausschließlich, so doch vorwiegend der Beschaffenheit ihrer Säfte ihre Erhaltung verdanken. Mit Alkohol ausgelaugte Stückchen dieser Pflanzen, die mit frischen zusammen an Schnecken gefüttert wurden, fand Stahl meistens nach kurzer Zeit zerfressen resp. gefressen, während die frischen Exemplare unberührt geblieben waren. In diesem Fall hatte der Alkohol die chemischen Bestandteile weggeschafft, welche den Tieren unangenehm sind.

Es können hier Gerbstoffe, ätherische Öle, Alkaloïde, Bitterstoffe usw. in Betracht kommen, alles Körper, die sich durch prägnante Wirkungen auf die menschlichen und tierischen Geschmacksorgane auszeichnen, über deren Rolle im Chemismus der Pflanzen aber auch jetzt erst wenig Bestimmtes bekannt ist. Diese Bestandteile wurden nun von Stahl allgemein als „chemische Schutzmittel“ bezeichnet, ungeachtet der anderen Funktionen, welche sie außerdem noch im Haushalt der Pflanzen haben mögen[1]).

Kennzeichnend für solche Körper nennt Stahl besonders die häufig periphere Ablagerung, das frühzeitige Auftreten, das beschränkte Vorkommen in gewissen Familien und den fast vollständigen Mangel derselben bei Pflanzen, welche vorwiegend oder ausschließlich mit mechanischen Schutzeinrichtungen versehen sind. „Diese Umstände“ — betont Stahl — „können allein aus der züchtenden Einwirkung der die Pflanzen umgebenden Tierwelt begriffen werden. Zusammen mit den auffallenden Tatsachen des Vikariierens von Schutzstoffen durchaus verschiedener Zusammensetzung bei Pflanzen desselben Verwandtschaftskreises, deuten sie ferner darauf hin, daß solche Substanzen öfters mit der eigentlichen Ernährung nichts zu tun haben oder doch nur insofern, als zu ihrer Bildung Baustoffe notwendig sind. Andererseits wird sich eine scharfe Grenze zwischen Schutzexkreten und anderen Stoffen, welche wohl bei den Ernährungsvorgängen beteiligt sind, nicht durchführen lassen, da selbst Baustoffe bei gewissen Pflanzen als Schutzmittel wirksam sind“.

Tatsächlich besitzen nun mehrere Lebermoose einen eigentümlichen, mehr oder weniger durchdringenden Geruch und einen scharfen oder bitteren Geschmack. Limpricht erwähnt in der Kryptogamen-Flora von Schlesien, daß *Jungermannia bicrenata*, *J. Wenzelii* und *Fegatella conica* ein aromatischer, *Geocalyx graveolens* ein terpentinähnlicher, *Grimaldia barbifrons* und *Reboulia hemisphaerica* ein angenehmer Geruch zukommt. Es würde nicht schwer fallen, diese Beispiele durch viele zu vermehren. Stahl gibt schon weiter an, daß auch *Riella*-Arten, *Targionia hypophylla*, *Pellia epiphylla*, *Jungermannia quinquedentata*, *Preissia commutata* sich durch solche Eigenschaften auszeichnen. Fast alle diese Pflänzchen wurden in frischem Zustande von den

[1]) Stahl, l. c. S. 10 und S. 29.

Versuchsschnecken nicht berührt, wohl aber nach vorhergegangener Auslaugung mit Alkohol. Der bittere Geschmack von *Jungermannia quinquedentata* ließ sich jedoch nicht auf diese Weise entfernen, und *Preissia commutata*, die anfangs süß und erst später unangenehm schmeckt, wird von weniger anspruchsvollen Schnecken, wie *Limax agrestis*, lieber frisch als ausgelaugt gefressen.

Die erwähnten Eigenschaften der Lebermoose, welche mitunter in ihren Speziesnamen zum Ausdruck gelangen, deuten zwar schon im voraus mit großer Wahrscheinlichkeit auf einen Gehalt an ätherischen Ölen hin, allein das Vorhandensein dieser Körper erforderte doch eine experimentelle Bestätigung, auch deshalb, weil ätherische Öle bis jetzt — mit der einzigen Ausnahme des esterartigen Wurmfarnöles — bei den Kryptogamen nicht sicher nachgewiesen waren[1]).

Trotz der erwähnten Anregung Stahls sind wir über die chemischen Bestandteile der Lebermoose fast eben so wenig unterrichtet geblieben. Was inbezug auf ihre stoffliche Zusammensetzung bekannt geworden, verdanken wir beinahe ausschließlich der rein-botanischen Forschung. So hatte Pfeffer[2]) in einer schon vom Jahre 1874 datierenden Arbeit die den Lebermoosen eigentümlichen „Ölkörper" behandelt. Kurz angedeutet, tun sich diese Gebilde als in Größe und Form sehr wechselnde, homogene oder emulsionsartige, einfache oder „komponierte" Tröpfchen von ölartiger Beschaffenheit hervor, die entweder in allen (bei den *Jungermanniaceae*) oder in besonderen, oft kleineren „Ölzellen" (bei den *Marchantiaceae*) und in fast allen Teilen dieser Gewächse anzutreffen sind. Pfeffer kam zu dem Schluß, daß diese merkwürdigen Zellbestandteile in der Hauptsache aus aplastischem fettem Öl, dem Wasser und Eiweißstoffe und oft auch Gerbsäure beigemengt sind, bestehen. In seinem Verhalten, z. B. durch die Löslichkeit in starkem und sogar in mäßig verdünntem Alkohol, zeigte dieses fette Öl große Ähnlichkeit mit den ätherischen Ölen, von welch letzteren es sich aber durch seine Nichtflüchtigkeit unterscheidet. Nach Pfeffers Äußerung sind flüchtige Substanzen nicht oder jedenfalls nicht in größeren Mengen in den Ölkörpern anwesend. — Über die Bedeutung für den Organismus der Pflanze konnte Pfeffer Näheres nicht angeben, und dieselbe blieb rätselhaft, bis Stahl diese Gebilde als die wahrscheinlichen Ablagerungsstellen der noch unbekannten chemischen Schutzmittel der Lebermoose auffaßte und demnach ihre Bezeichnung als „Schutzkörper" vorschlug[3]).

---

[1]) 1. Schmidt, E., Pharm. Chemie. II. (1901) S. 1158. 2. Gildemeister-Hoffmann: Die ätherischen Öle. (1899) S. 152. 3. Dragendorff, G., Über die Beziehungen zwischen chemischen Bestandteilen und botanischen Eigentümlichkeiten der Pflanzen. (Pharm. Zeitschr. f. Rußland XVIII. Jahrg.) (1879), Nr. 14—16, S. 455.

[2]) Pfeffer, W., Die Ölkörper der Lebermoose. 1874.

[3]) Stahl, l. c. S. 53.

Auf Veranlassung von Herrn Professor Stahl habe ich nun eine chemische Untersuchung von Lebermoosen angefangen, deren bisherigen Ergebnisse ich im Nachfolgenden mitteilen will. Meine Aufgabe war, eine Lösung der Frage des chemischen Schutzes dieser Gewächse anzustreben und im Zusammenhang damit die Beschaffenheit der „Ölkörper" etwas näher zu verfolgen.

Überhaupt wird man sich ja, um mit Greshoff[1]) zu reden, „die Phytochemie nur dann als einen den Forschungsdrang befriedigenden Wissenszweig denken können, wenn sie — obwohl chemischer Natur — teilnimmt an den wissenschaftlichen Bestrebungen der Botanik". Mit der Frage des Was gehen die anderen des Wo, Wie und Wozu Hand in Hand[2]), und daß inbezug auf die letztere der Schutzrolle eine erhebliche Bedeutung zugeschrieben werden muß, haben namentlich Stahls experimentelle Studien gelehrt. Zwar scheint es mir richtig, auch Schärs[3]) Äußerung beizupflichten, daß „die Ergebnisse solcher Untersuchungen über chemische Schutzmittel nur eine partielle Erklärung der physiologischen Rolle und ‚Erwerbung' gewisser spezifischer Pflanzenstoffe herbeiführen können", zugleich muß man aber bedenken, daß in „Pflanzen und Schnecken" vorwiegend nur der biologische resp. ökologische Standpunkt vertreten wurde, und daß mit der Stahlschen Auffassung als Tierschutzmittel den in Frage kommenden Körpern eine eventuell weitere Bedeutung keineswegs bestimmt abgesprochen worden ist.

Ich habe es für angebracht gehalten, bei meinen Untersuchungen ab und zu eine Vergleichung mit den Laubmoosen heranzuziehen. Bilden doch die Bryophyten, wie Stahl zeigte, eines der schönsten Beispiele für das Vikariieren der beiden mehrgenannten Arten von Tierschutz, welche sich hier in den zwei Unterabteilungen dieser Klasse von Pflanzen gegenüberstehen.

Damals schon vorliegende, immerhin spärliche, chemische Untersuchungen von Laubmoosen hatten, in Übereinstimmung mit den Ansichten Stahls, eine ziemliche Armut an speziellen Bestandteilen aufgewiesen[4]). Anscheinend beschränken diese Gewächse sich nahezu ganz auf die Produktion der für die Pflanzenwelt notwendigsten Stoffe[5]). Als Ursache ihrer Immunität gegen die Angriffe der Tierwelt wurde da einerseits dem angeblichen hohen Gehalt an Kieselsäure ihrer Membranen,

---

[1]) Greshoff, M., Gedanken über Pflanzenkräfte und phytochemische Verwandtschaft. Nürnberg 1893. (Sonderabdr. a. d. Berichten der Pharmac. Gesellschaft. S. 202.)

[2]) 1. Borscow: Beiträge z. Histochemie der Pflanze. (Bot. Zeit. 1874. S. 17.) 2. Van Gulik: Localisatie en Beteekenis van het Alkaloid by Cytisus Laburnum. [Inaug. Diss.] Leiden 1901.

[3]) Schär, Ed., Über die Verbreitung chemischer Verbindungen in der Pflanzenwelt. (Schweiz. Wochenschr. f. Pharm. 1889. Nr. 23—26. S. 225.)

[4]) 1. Reinsch, H., Über einen eigentümlichen Farbstoff in einigen Moosarten. (Jahrbuch f. prakt. Pharm. 1045. Bd. X. Heft IV. S. 245.) 2. Derselbe: Über die Bestandteile von *Polytrichum formosum*. (l. c. Heft V. S. 298.) 3. Treffner, E., Beiträge zur Chemie der Laubmoose. Dorpat 1881.

[5]) Dragendorff, G., Heilpflanzen. 1898. S. 51.

andererseits der Unverdaulichkeit ihrer Eiweißkörper eine Bedeutung zugeschrieben.

Bei den Lebermoosen habe ich auch nach dieser Richtung hin eine Untersuchung angestellt, und weil in der Literatur noch keine Aschenanalyse, nicht einmal eine gewöhnliche Aschenbestimmung dieser Pflänzchen vorlag, so verknüpfte ich damit die Dosierung aller anorganischen Baustoffe einiger Arten. Schon mit Rücksicht auf die von Stahl[1]) neuerdings aufgefundenen Beziehungen zwischen Mykotrophie und Aschengehalt, schien mir eine solche nicht ganz ohne Interesse. Hauptsächlich lenkte ich aber meine Aufmerksamkeit auf die eigentlichen Schutzmittel der Lebermoose, und ich glaube, die jetzt nachgewiesenen und nicht selten in beträchtlicher Menge hier auftretenden ätherischen Öle können eine Bedeutung in diesem Sinne beanspruchen.

I. Die Aschenbestandteile einiger Lebermoose.

Literarisches.

Das einzige, was ich bezüglich der unorganischen Bestandteile von Lebermoosen in der Literatur erwähnt gefunden habe, bezieht sich auf einen angeblichen Jodgehalt zweier Arten, welche — ebenso wie *Marchantia polymorpha* und *Fegatella conica* — früher medizinisch verwendet worden sind.

Nach von der Marck[2]) besitzt *Jungermannia albicans* L. einen eigentümlichen Geruch, der „zugleich an Jod, Brom und Chlor erinnert", und den die Pflanze auch in getrocknetem Zustande eine Zeitlang beibehält. Wie der Autor sagt, brachte ihn dies auf die Vermutung, daß ein Gehalt an Jod oder Brom davon die Ursache sei. Er untersuchte deshalb eine größere Quantität (feucht 4 Unzen) des Mooses, indem er dasselbe als trockenes Pulver mit Sodalösung befeuchtete, wieder trocknete, verbrannte, die Asche mit Wasser auslaugte, die Lösung verdampfte und das Residuum mit Alkohol auszog. Das bei der Verdunstung des Alkohols zurückgebliebene Salz gab mit Kleisterlösung und einigen Tropfen rauchender Salpetersäure sofort eine blaue Färbung, — auch gab es mit Silberlösung einen blaßgelben Niederschlag, zum Teil schwerlöslich in Ammoniak. Damit war der Jodgehalt erwiesen, Brom aber konnte nicht aufgefunden werden.

Ebenso sah dann Personne[3]) in dem „Odeur d'éponge" der *Jungermannia (= Aneura) pinguis* — die Wasserform der Var. *fasciata* — Veranlassung, nach Jod zu suchen, und auch ihm gelang es, eine geringe Menge davon in der Asche dieses Mooses nachzuweisen.

---

[1]) Stahl, E., Der Sinn der Mycorhizenbildung. 1900. (Separat-Abdruck aus den Jahrb. f. wissensch. Botanik. Bd. 34. Heft 4. S. 634 u. f.)

[2]) v. d. Marck, W., Archiv d. Pharmacie. (1847 (2) 51. S. 154.)

[3]) Personne, J., Comptes Rendus. XXX. (1850). I. S. 478.

Methodische Bemerkungen.

Daß die Lebermoose von chemischer Seite immer so vernachlässigt geblieben, mag teilweise dem Umstande zuzuschreiben sein, daß nicht eines dieser Gewächse als wertvolles Nahrungs-, Heil- oder Genußmittel Verwendung findet, die Hauptursache liegt aber wohl in der vielen Mühe und Geduld, welche voraussichtlich nötig sind, um eine zur makrochemischen Analyse ausreichende Menge sauberen Materials zu bekommen. Ich habe dies selbst lebhaft empfunden, und um nicht zu lange Zeit auf die langwierige Auslese der einzelnen Pflänzchen zu verwenden, war ich gezwungen, auf manche Fragestellung zu verzichten, die ich gerne zu lösen versucht hätte. Der Auslese hatte eine gründliche Reinigung der Pflanzen nebenher zu gehen, und so will ich der Schilderung meiner Untersuchungen hier erst einiges Allgemeine über die Vorbereitung des Analysenmaterials vorausschicken.

Zur Untersuchung gelangten:

Marchantiaceae:	***Jungermanniaceae:***
Fimbraria Blumeana,	*Pellia epiphylla* (Wasserform),
Fegatella conica,	*Metzgeria furcata*,
Marchantia polymorpha,	*Mastigobryum trilobatum*.

Die *Fimbraria Blumeana* — aus Java stammend — stand mir in zu geringer Menge zur Verfügung, um außer einer Prüfung auf das Vorhandensein von ätherischem Öl, noch weiteres damit auszuführen. — *Pellia epiphylla* bekam ich aus einem Gewässer des Botanischen Gartens der hiesigen Universität, wo sie, untergetaucht, üppig gedeiht. Ihre Rasen, ein von kleinen Wasserkrebsen sehr beliebter Schlupfwinkel, wurden erst während einer Nacht mit einem mäßigen Strahl Brunnenwassers berieselt, was die Tierchen veranlaßte, mit dem abfließenden Wasser wegzuwandern, dann sorgfältig von vegetabilischen Verunreinigungen befreit, mit destilliertem Wasser abgewaschen und, so weit sie nicht zur Destillation benutzt wurden, an der Luft getrocknet und pulverisiert. — *Fegatella conica* wurde anfangs November von mir an einer Flußmauer aus Kalkstein gesammelt. Die Rasen wurden erst möglichst reingespritzt, dann die einzelnen Pflänzchen ausgelesen und, soweit sie nicht sofort zur Destillation Verwendung fanden, mit einer Pinzette von den meisten Rhizoïden und den mit diesen noch fest verklebten Gesteinsteilen befreit, dann nochmals tüchtig reingespritzt und schließlich wieder mit destilliertem Wasser nachgewaschen, getrocknet und pulverisiert. Nur auf diese Weise gelang es mir, die stark daran haftenden mineralischen Verunreinigungen zu beseitigen. Die Arbeit war allerdings sehr zeitraubend und auch etwas mißlich, da geringe Verletzungen nicht ausgeschlossen werden konnten; immerhin war es das einzig brauchbare Verfahren, um zu einer gründlichen und namentlich für die Aschenanalyse notwendigen Reinigung des Materials zu gelangen. — *Marchantia polymorpha* wurde von mir Ende November an einer feuchten Felsmauer

von Buntsandstein, nahe am Wasser eines kleinen Flusses (bei Kahla) gesammelt; sie war mit vielen Hüten versehen. Die Trennung von mit untergewachsenen *Fegatella*-Pflänzchen war ohne Schwierigkeit ausführbar. Die Beseitigung der Rhizoiden und die weitere Reinigung wurde bei der *Marchantia* genau so vorgenommen, wie oben bei *Fegatella* angegeben ist. — Die *Metzgeria furcata* sammelte ich anfangs Juli an den aus Brauneisenstein bestehenden Felsmauern des Annatals bei Eisenach. Da mit dem bloßen Auge von mineralischen Verunreinigungen nichts zu sehen war, so habe ich dieses Moos nicht abgewaschen, sondern nur die einzelnen kleinen Thalli ausgelesen, teilweise getrocknet und gepulvert, zum anderen mit Wasser destilliert. — *Mastigobryum trilobatum* habe ich am eingehendsten untersucht; es kommt massenhaft in den Waldungen der Umgegend Jenas vor. Eine kleine Portion des anfangs Oktober in einem Kiefernwald bei Mäusebach gesammelten Mooses wurde schon im Walde aufs Sorgfältigste von Nadeln, Rhizomorphen usw. gereinigt und sofort in einer gewogenen Glasbüchse aufgehoben; sie wurde für die Feuchtigkeitsbestimmung und für die Aschenanalyse benutzt. Eine größere Menge, mit nach Jena genommen, lieferte mir täglich etwa 75 Gramm der, jedes für sich, ausgelesenen und gereinigten Pflänzchen, welche wieder zum Teil sofort destilliert, die übrigen zur weiteren Untersuchung bestimmt wurden. Alles, was nicht mehr ganz frisch und grün war, wurde wie immer beseitigt, so daß von *Mastigobryum* nur die oberen Teile der Stämmchen, etwa 4—6 cm lang, samt den von ihren unsauberen Enden befreiten Ausläufern, zur Untersuchung gelangten.

Nach dieser Auseinandersetzung über die Beschaffung meines Analysenmaterials wende ich mich nun einigen Angaben über die bei den Aschenuntersuchungen befolgte Methode zu. Ich kann mich darüber kurz fassen, da sie nicht wesentlich von dem üblichen Analysengang abweicht, und auch dieselbe ist, welche ich in früheren Jahren vielfach bei der Untersuchung von Teeblättern usw. benutzt und in den diesbezüglichen Veröffentlichungen näher beschrieben habe[1]. — Abgewogene Mengen der pulverisierten Pflänzchen wurden in einer Platinschale über einem Pilzbrenner erst gelinde verkohlt und dann bei möglichst niedrig gehaltener Temperatur weiter verascht. Die Verbrennung ging sehr leicht vor sich, eine „Auftreibung" der Temperatur war nicht nötig, so daß Verluste durch Verflüchtigung wohl auf ein Minimum beschränkt blieben. Dies um so mehr, als die Aschen sich fast alle von ziemlich stark basischer Natur zeigten. Die meistens nur etwas grau gefärbte Rohasche wurde, da es sich immer nur um kleine Mengen handelte, nach der Wägung ganz für die Kohlensäurebestimmung verwendet. Die Austreibung der letzteren geschah mittelst verdünnter Salpetersäure unter

[1] Van Romburgh und Lohmann, Untersuchungen über Java-Tee. („Verslagen van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg." 1893—1898.)

einmaligem Erwärmen bis zur Siedetemperatur und darauf folgendem längerem Durchsaugen eines schwachen, kohlensäurefreien Luftstromes. Die salpetersaure Flüssigkeit wurde danach durch ein vorher gewogenes, bei 120° C getrocknetes, aschenfreies Filter von den geringen Mengen Kohle, „Sand" und bereits abgeschiedener Kieselsäure getrennt und im Filtrat das Chlor als Chlorsilber bestimmt. Die vom Chlorsilber abfiltrierte Lösung wurde von dem überschüssigen Silber mit Salzsäure befreit und nun in einer Schale mit den vom Filter hineingespritzten, nichtgelösten Aschenteilen und unter mehrmaligem Zusetzen von etwas starker Salzsäure zur Trockne eingedampft. Der Rückstand wurde bei 120° C getrocknet, dann mit Salzsäure und heißem Wasser aufgenommen und durch das nämliche gewogene Filter in einen Meßkolben von 200 ccm filtriert. Die unlöslichen Teile wurden nun wieder bei 120° C getrocknet, gewogen und schwach geglüht: die Gewichtsdifferenz ergab Spuren von Kohle. Die zurückgebliebenen kleinen Mengen Kieselsäure und „Sand" wurden dann schließlich durch heiße Sodalösung und etwas Kalilauge getrennt. — Abgemessene Teile der salzsauren Lösung wurden für die Bestimmung von Phosphorsäure (nach der Molybdänmethode), von Schwefelsäure, Kali und Natron, und von Eisen (+ Thonerde), Spuren Mangan, (durch „Chlor" — aus Kaliumchlorat und Salzsäure entwickelt — in heißer, schwach essigsaurer Lösung ausgefällt), Kalk und Magnesia verwendet.

Zahlenergebnisse.

Bevor ich zu den Aschenanalysen überging, prüfte ich erst nach der früher erwähnten Methode auf einen Gehalt an Jod. Jedoch mit negativem Erfolg: In fünf Gramm Trockensubstanz von *Metzgeria furcata* und von *Mastigobryum trilobatum* und in zehn Gramm von *Marchantia polymorpha* konnte ich nicht die Spur von Jod auffinden, und, wie weiter unten ersichtlich, gleichfalls nicht in einer noch größeren Menge von *Pellia epiphylla*. Das bei der Verdunstung des Alkohols zurückgebliebene Salz gab, mit etwas Kleisterlösung, Kaliumnitrit und verdünnter Schwefelsäure versetzt, nie eine Blaufärbung, — während der nachherige Zusatz eines kleinen Kriställchens von Jodkalium doch sofort die erwünschte Reaktion gab. In den von mir untersuchten Lebermoosen war Jod, wenn überhaupt anwesend, dann jedenfalls nur in ganz geringen Mengen enthalten.

Meine Aschenanalysen beziehen sich nun auf folgende Arten:

Mastigobryum trilobatum. Die an einer ziemlich trockenen Stelle des Waldes gesammelten frischen Teile verloren an der Luft während zehn Tagen nur 15% Feuchtigkeit. Das lufttrockene Material gab dann bei der Erhitzung auf 100° C bis zur Gewichtskonstanz weitere 20,5% ab. Für die frische Pflanze ergab sich somit ein Gesamtwassergehalt von 32,4%. Eine große Bedeutung kommt dieser Zahl nicht zu, da der Wasser-

gehalt der Moose bekanntlich erheblichen Schwankungen unterliegt. — Zur Veraschung gelangten 37,44 g des luftrockenen Mooses, die 1,134 g Rohasche von fast weißer Farbe lieferten. Darin: Kohle 13 mg, „Sand“ 55,5 mg und Kohlensäure 15,0%. Somit: Rohasche 3,8% und Reinasche 3,0%, worin:

Fe_2O_3 (+ Al_2O_3)	2,6 %.
Mn_2O_3	0,4 „
CaO	7,4 „
MgO	4,0 „
K_2O	60,3 „
Na_2O	2,0 „
P_2O_5	8,0 „
SO_3	9,0 „
Cl	2,5 „
SiO_2	4,8 „
(ab $O:Cl_2$	— 0,6 „)
	100,4 %.

Fegatella conica. Zur Veraschung kamen 4,589 g Trockensubstanz, welche 431 mg Rohasche gaben, worin 2 mg Kohle, 27 mg „Sand“, und 9,7% Kohlensäure. Demnach: Rohasche 9,4% und Reinasche 7,8%, worin:

Fe_2O_3 (+ Al_2O_3)	3,3 %.
Mn_2O_3	Spuren.
CaO	15,0 %.
MgO	8,6 „
K_2O	36,6 „
Na_2O	6,4 „
P_2O_5	7,8 „
SO_3	13,3 „
Cl	6,4 „
SiO_2	5,0 „
(ab $O:Cl_2$	— 1,5 „)
	100,9 %

Marchantia polymorpha. Verascht wurden 16,063 g Trockensubstanz, die 1,157 g Rohasche lieferten, worin 4 mg Kohle, 26 mg „Sand“ und 18,1% Kohlensäure. Demnach Rohasche 7,2%, und Reinasche 5,9%, worin:

Fe_2O_3 (+ Al_2O_3)	2.2 %.
Mn_2O_3	Spuren.
CaO	22.4 %.
MgO	10.8 „
K_2O	34.3 „
Na_2O	2,7 „
P_2O_5	8,3 „
SO_3	10,5 „
Cl	6,1 %
SiO_2	3,3 „
(ab $O:Cl_2$	— 1,3 „)
	99,3 %

Pellia epiphylla (Wasserform). Einige Stückchen dieses Mooses wurden rasch sorgfältig mit Filtrierpapier abgewischt und danach getrocknet; es ergab sich ein Gesamtwassergehalt von 87,2 %. Verascht wurden 16,67 g Trockensubstanz, welche 8,6 g Rohasche lieferten! Für diesen außerordentlich hohen Aschengehalt von 48,7 % findet man bei genauerer Betrachtung der Pflanze leicht die Erklärung; ihre Thalli zeigen sich mit dünnen, grauweißen Krusten, wohl hauptsächlich von kohlensaurem Kalk, bedeckt. Etwa ein Gramm der Trockensubstanz (980 mg) entwickelte, mit ganz verdünnter Salzsäure befeuchtet, 175 mg Kohlensäure, was mit rund 400 mg kohlensaurem Kalk übereinstimmt. Die eingeäscherte Portion von 17,67 g des trockenen Mooses enthielt demnach schon über 7 Gramm kohlensauren Kalk, und aus der Differenz würde sich für das von Kalk befreit gedachte Moos ein Rohaschengehalt von nur 9 % ergeben. Ich habe deswegen auf die weitere Analyse dieser Asche verzichtet, dieselbe aber zu einer Untersuchung auf Jod benutzt. Jedoch auch hier mit negativem Erfolge. — Als Ursache der Kalkinkrustierung der *Pellia* darf man wohl den Umstand ansehen, daß dieses Moos befähigt ist, schon in kurzer Zeit das umgebende Wasser alkalisch zu machen, wovon ich mich durch einen Versuch überzeugen konnte[1]).

Metzgeria furcata. Zur Veraschung gelangten 12,207 g Trockensubstanz, welche 1,196 g Rohasche gaben, worin 23 mg Kohle, 99 mg „Sand“ und nur 1,2 % Kohlensäure. Demnach ein Rohaschengehalt von 9,8 % und Reinasche 8,7 %, worin:

$Fe_2O_3 (+ Al_2O_3)$	9,2 %
Mn_2O_3	Spuren
CaO	13,4 %
MgO	4,9 „
K_2O	24,7 „
Na_2O	1,8 „
P_2O_5	5,0 „
SO_3	8,8 „
Cl	4,6 „
SiO_2	27,3 „
(ab $O : Cl_2$	−1,0 „)
	98,7 %

Da, wie früher erwähnt ist, ein Abwaschen der *Metzgeria* unterblieben war, so ist es wohl erklärlich, daß diese Analyse nicht gut brauchbar scheint; der Sandgehalt der Rohasche war ein ziemlich beträchtlicher, und auch der Eisen- und Tonerde-Gehalt einerseits, der Kieselsäure-Gehalt andererseits sind in diesem Fall so hoch, daß ich besser zu tun glaube, aus dem Ergebnisse dieser Analyse keine Schlüsse zu ziehen.

[1]) Siehe Pfeffers Pflanzenphysiologie. I. (1897). S. 115.

Die anderen Zahlen wollen wir uns etwas näher ansehen. Zuerst ergibt sich daraus, daß der Aschengehalt von *Mastigobryum* bedeutend niedriger ist als derjenige der *Marchantiaceae*; er beträgt nur die Hälfte des Aschengehaltes von *Marchantia* und noch weniger im Vergleich zu *Fegatella*. — Es zeigt sich auch hier Übereinstimmung mit den Befunden Stahls, welche dahin gehen, daß bei den mykotrophen Gewächsen der Aschengehalt geringer ist als bei den autotrophen, da die letzteren mit den unentbehrlichen mineralischen Nährstoffen zugleich eine Menge von Ballast aufzunehmen gezwungen sind. Nur bei den zuckerblättrigen *Jungermanniaceae* kommt bekanntlich Mykorhizenbildung allgemein vor, wie dies die Untersuchungen von Janse[1]), namentlich aber von Némec[2]) gelehrt haben, während über die Rolle der Pilzhyphen in den Lagern einiger *Marchantiaceae* bis jetzt etwas Bestimmtes nicht ausgesagt werden kann[3]). — Daß der Wasserbedarf bei den *Marchantiaceae* ein sehr beträchtlicher ist, geht auch aus der bisweilen an ihren Hüten wahrnehmbaren Wasserausscheidung hervor. Wie von Stahl[4]) dargetan ist, vermag eine solche Abgabe flüssigen „Wassers“, d. h. einer sehr verdünnten Salzlösung, einen recht bedeutenden Einfluß auf den Gesamt-Aschengehalt der Pflanzen auszuüben. Es ist dies ein Punkt, der bisher bei der Ausführung von Untersuchungen über die unorganischen Bestandteile der Gewächse wohl zu wenig beachtet wurde; auch Tollens[5]) hat diesen Umstand in seiner neuerdings erschienenen Zusammenstellung alles dessen, was mit dem Aschengehalt der Pflanzen in Berührung steht, gar nicht erwähnt.

Was nun die einzelnen Bestandteile der Lebermoos-Aschen anbelangt, so ist erstens darauf hinzuweisen, daß auch hier wieder in allen Aschen Mangan angetroffen wurde; in etwas größerer Menge allerdings nur bei dem waldbewohnenden *Mastigobryum*. Ferner fällt der hohe Kaligehalt desselben Mooses auf, indem etwa drei Viertel der gesamten Asche in Form von Kalisalzen anwesend waren. Bei den anderen Lebermoosen war der Kaligehalt der Asche beträchtlich geringer, wofür aber Kalk und Magnesia eine Zunahme zeigen. Ebenso ist dies der Fall mit der Schwefelsäure, namentlich aber mit dem Chlor, das bei *Mastigobryum* wieder in viel geringerer Menge vorkam. Phosphorsäure dagegen war bei allen in fast gleicher Menge vorhanden, und dies dürfte vielleicht, ebenso wie der hohe Kaligehalt des *Mastigobryum*, auf die Selektion der Nährsalze bei der mykotrophen Ernährungsweise hindeuten, ähnlich wie dies für *Viscum album* und ihre Wirtspflanze bekannt ist[6]).

---

[1]) Janse, M., Ann. du Jardin bot. de Buitenzorg. Vol. XIV. (1896). Seite 57.

[2]) Némec, B., Ber. d. deutsch. botan. Gesellschaft. 1899. Heft 8. S. 311.

[3]) Golenkin, M., Flora. Bd. 90. (1902). S. 209.

[4]) Stahl, E., Der Sinn der Mycorhizenbildung. S. 635—638.

[5]) Tollens, B., Journal f. Landwirtschaft. Bd. 50. (1902). S. 231.

[6]) Stahl: Der Sinn der Mycorhizenbildung. S. 653—654.

Indem ich hier davon absehe, die einzelnen basischen und sauren Bestandteile der Aschen in Äquivalentzahlen auszudrücken, wie dies Van Bemmelen[1]) früher empfohlen hat, um zu einer Kenntnis der ungefähren Menge der pflanzensauren Alkalien in der Pflanze zu gelangen, will ich hier nur noch eine Berechnung der gefundenen Zahlen auf Trockensubstanz der betreffenden Moose einschalten.

	Mastigobryum trilobatum	*Marchantia polymorpha*	*Fegatella conica*	*Metzgeria furcata*
Fe_2O_3 ($+Al_2O_3$)	0.08 %	0.13 %	0.26 %	0.79 %
Mn_2O_3	0.01 „	—	—	—
CaO	0.22 „	1.32 „	1.17 „	1.15 „
MgO	0.12 „	0.64 „	0.67 „	0.42 „
K_2O	1.81 „	2.02 „	2.85 „	2.12 „
Na_2O	0.06 „	0.16 „	0.50 „	0.15 „
P_2O_5	0.24 „	0.49 „	0.61 „	0.43 „
SO_3	0.27 „	0.62 „	1.04 „	0.76 „
Cl	0.07 „	0.36 „	0.50 „	0.40 „
SiO_2	0.14 „	0.19 „	0.39 „	2.35 „
Reinasche:	3.0 %	5.9 %	7.8 %	8.7 %

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß der Kieselsäuregehalt der Lebermoospflänzchen jedenfalls sehr gering ist, im Gegensatz zu dem, was man bei den Laubmoosen aufgefunden haben wollte.

Die Aschenbestandteile der Laubmoose sind, wie aus Wolffs „Aschenanalysen" hervorgeht, schon manchmal Gegenstand einer Untersuchung gewesen, und namentlich sind es die *Sphagnum*-Arten, die öfters, wohl wegen des praktischen Interesses, analysiert worden sind. Diese Analysen zeigen sich aber wenig brauchbar, da in den meisten Fällen eine sehr beträchtliche Verunreinigung des Materials durch Mineralfragmente vorlag; ich sehe darum von einer Vergleichung ab. Ebenso sind die Treffnerschen Zahlen[2]) für den Gesamtaschengehalt und die darin enthaltene Kieselsäure einiger Laubmoose, wie schon Kohl[3]) betont hat, wenig genau. Kohl gibt an, in Laubmoos-Aschen nie mehr als etwa 12 bis 15 % Kieselsäure gefunden zu haben. Rechnen wir einmal einen Aschengehalt von 5—6 %, wie z. B. die Zahlen von Rostock[4]) angeben, so würde das auf Trockensubstanz noch kaum 1 % Kieselsäure ergeben.

[1]) Van Bemmelen, J. M., Über die Zusammensetzung der Asche der Tabakblätter etc. (Landw. Versuchsstat. 37. (1890). p. 420—422.)

[2]) Treffner, l. c.: Tabelle.

[3]) Kohl, F. G., Anat. phys. Unters. der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze. 1889. S. 201 und S. 305.

[4]) Rostock, R., Über Aufnahme und Leitung des Wassers in der Laubmoospflanze. [Inaug. Diss.] Jena 1902. S. 15.

Von einer Härte, einer mechanischen Schützung durch die Kieselsäure, kann somit bei den Laubmoosen ebensowenig wie bei den Lebermoosen die Rede sein.

II. Über Schutzmittel der Lebermoose.

Literatur.

Wenn auch die Stahlschen Untersuchungen zur Genüge dargetan haben, daß bei den allermeisten Lebermoosarten vorwiegend nur chemische Schutzmittel gegen die Angriffe von Tieren in Frage kommen, so mögen hier zunächst doch einige, teils ältere Ansichten aus der Literatur Erwähnung finden, welche als Erklärung der in Rede stehenden Erscheinungen angeführt worden sind.

Von verschiedenen Seiten ist die Meinung geäußert worden, die Unverdaulichkeit gewisser organischer Moosbestandteile spiele dabei eine Rolle. So findet man in Otto Kuntzes: „Die Schutzmittel der Pflanzen gegen Tiere und Wetterungunst“ [1]) die Behauptung ausgesprochen, daß die eigentümliche Zellwandsubstanz, woraus die krautigen Farne und Moose nach diesem Autor bestehen müssen, für Wasser unempfindlich, das heißt nicht quellungsfähig und also auch, wenigstens in den meisten Fällen, unverdaulich sei. — Treffner äußerte sich, auf Grund eigener Analysen, in ähnlichem Sinne, indem er es der angeblich von ihm aufgefundenen geringen Verdaulichkeit der Eiweißsubstanzen der Moose zuschreiben wollte, daß sie von vielen Tieren als Nahrungsmittel nicht gern benutzt werden. — Seiner Auffassung schließen sich teilweise auch Jönsson und Olin [2]) an. In ihrer Abhandlung über den Fettgehalt der Moose weisen diese Autoren beiläufig auch die vermeintliche Behauptung Stahls zurück, daß bei den Lebermoosen die Fette der Ölkörper als Schutzeinrichtung gegen Tiere in Betracht kämen. Eine solche Äußerung ist aber in Stahls mehrgenannter Arbeit nirgends zu finden; nicht die Fette selbst, sondern ihre wahrscheinlichen Beimischungen in den Ölkörpern veranlaßten Stahl, für diese letzteren die Bezeichnung „Schutzkörper“ vorzuschlagen. Damit hat Stahl schon dieselbe Auffassung ausgesprochen, welche Jönsson und Olin dann weiter selbst vertreten: „Sind die Lebermoose und die Moose überhaupt irgendwo geschützt, so liegen diese Schutzmittel eher in den ätherischen Ölen und anderen mehr oder weniger wohlriechenden und scharfschmeckenden Stoffen.“ „Andererseits kommt uns die Auffassung der Zellhäute der Laubmoose als mechanische Verteidigungswaffen

[1]) Kuntze, O., l. c. S. 50. (1877).

[2]) Jönsson und Olin: Der Fettgehalt der Moose. (Lunds Universitets Arsskrift.) Bd. 34. 1898. Afd. 2. Nr. 1. S. 32.

gegen Tiere, respektive Schnecken, mehr plausibel vor, und ohne Zweifel tragen die chemisch umgewandelten, festen Membranen der Außenrinde des Stammes und der Zellmembranen der Blätter wesentlich dazu bei, daß die Laubmoospflänzchen öfters unbeschädigt bleiben." „Ob dabei auch die Imprägnation der Zellhäute mit Fett — wie die Verfasser gefunden haben — als Schutz mitwirkt, ist eine Sache, über die es auf dem jetzigen Standpunkt unseres Wissens nicht möglich ist zu entscheiden."

Auch die Befunde Czapeks[1]) erfordern Erwähnung. Dieser Forscher hat aus den Membranen der Moose, — welche bekanntlich in der Regel nicht sofort die Zellulosereaktionen, aber wohl öfters mit Millons Reagens eine violette Färbung geben[2]), — zwei neue chemische Körper, „Sphagnol" und „Dicranumgerbsäure" isoliert. Beide Stoffe zeichnen sich durch antiseptische Eigenschaften aus, namentlich das phenolartige Sphagnol, das auch viel widerstandsfähiger als die Dicranumgerbsäure ist, und besonders bei den Laubmoosen aufzutreten scheint. Auf Grund der Giftigkeit dieser Körper für kleine Tiere (Daphniën) hält Czapek eine Bedeutung derselben als Schutzstoffe der Moose gegen die Tierwelt für möglich.

Es sei hier schließlich mit angeführt, daß von Prescher[3]) schon früher auf die Schleimorgane verschiedener *Marchantiaceae* aufmerksam gemacht wurde. Mit Rücksicht auf die bedeutende Imbibitionsfähigkeit ihres Inhalts, den der Verfasser auf Grund der Gelbfärbung mit Jodschwefelsäure dem Pflanzengummi zuzählen will, versuchte er eine Deutung dieser Schleimorgane als „Schwellkörper."

Allgemeine Bestandsteile.

Wie verhält es sich nun zunächst mit der angeblichen Unverdaulichkeit der Moose, speziell ihrer Eiweißsubstanzen? Es kann nicht geleugnet werden, daß für größere, weidende Tiere eine solche Erklärung Gültigkeit haben könnte, da dieselben wenig nahrhafte Vegetabilien zu verschmähen gewohnt sind. Bei Schnecken ist die schwere Verdaulichkeit aber kein Grund für die geringe Aufnahme, da ja — wie Stahl[4]) hervorhebt — andere Substanzen, z. B. Kartoffelstärke, die zum großen Teil unverdaut durch den Darm dieser Tierchen gehen, in ganz bedeutenden Mengen gefressen werden. Ebensowenig lassen sich auch Kaninchen durch einen solchen Umstand von dem Fressen abhalten, wie jedermann weiß, der die Gewohnheiten dieser gefräßigen Tiere kennt.

[1]) Czapek: Zur Chemie der Zellmembranen bei den Laub- u. Lebermoosen. (Flora. 1899. S. 361.)

[2]) Siehe u. a. Kamerling: Zur Biologie und Physiologie der *Marchantiaceae*. [Inaug. Diss.] Jena 1897.

[3]) Prescher, R., Die Schleimorgane der *Marchantiaceae*. [Inaug. Diss.] Leipzig 1882.

[4]) Stahl: Pflanzen und Schnecken. S. 83.

Immerhin hielt ich es für angebracht, diese Frage einmal analytisch zu verfolgen. Die Bestimmungen, die ich nach dieser Richtung hin ausgeführt habe, beziehen sich auf die sogenannte „Rohfaser" und die Proteïnkörper. Es wurden dabei die für Futteranalysen üblichen Methoden benutzt, worüber Nachfolgendes mitgeteilt sein möge:

Für die Rohfaserbestimmung wählte ich die am meisten befolgte Weender Methode: Zwei bis drei Gramm der vorher entfetteten, sehr fein (1 m M.) pulverisierten Substanz wurden mit einprozentiger Schwefelsäure, und nach dem Auswaschen, mit gleich starker Natronlauge eine halbe Stunde lang ausgekocht; der Rückstand ergab nach Abzug der Asche den Rohfaser-Gehalt. — Die Stickstoffbestimmungen wurden nach Kjeldahl ausgeführt, die Eiweißsubstanzen nach der Vorschrift von Stutzer ermittelt. — Für die Verdauungsversuche diente mir das Verfahren von Wedemeyer[1]): Ein Gramm des feinen Moospulvers wurde mit 250 ccm vorher kontrollierter salzsaurer Pepsinlösung (enthaltend $^1/_2$ Gramm Pepsin) gut 48 Stunden lang bei 40° C. stehen gelassen; der Stickstoffgehalt des mit heißem Wasser ausgewaschenen Rückstandes ergab den Gehalt an unverdaulichem Eiweiß.

Die erhaltenen Wertzahlen habe ich, mit einigen anderen zusammen, in nachfolgender Tabelle vereinigt. Man rechnet bekanntlich: Eiweiß = $6^1/_4$ × Eiweiß N.

Auf Trockensubstanz enthielt:

	Fegatella conica	*Marchantia polymorpha*	*Pellia*[2]) *epiphylla*	*Metzgeria furcata*	*Mastigobryum trilobatum*
Rohasche	9.4 %	7.2 %	48.7 %	9.8 %	3.8 %
Rohfett	2.3 „	4.3 „	1.8 „	2.8 „	4.0 „
Gesamt N.	2.35 „	1.92 „	2.36 „	1.61 „	1.07 „
Ges. Eiweiß N.	2.08 „	1.55 „	1.39 „	1.39 „	1.00 „
Unverdaut N.	0.80 „	0.52 „	0.86 „	0.67 „	0.54 „
Rohfaser	12.0 „	12.0 „	5.6 „	10.6 „	11.1 „

Es interessiert uns hier zunächst nur der Rohfasergehalt und der unverdaute Teil des Eiweißes. — „Faserstoffe" sind, wie man sieht, nur in geringer Menge vorhanden, und wenn man bedenkt, daß an reiner Zellulose noch bedeutend weniger darin enthalten sein kann, so geht aus diesen Zahlen schon hervor, welch ganz zarte und wenig widerstandsfähigen Gebilde die frischen Vegetationskörper der Lebermoose darstellen, ganz im Gegensatz zu den Laubmoosen, deren viel größere Härte und Derbheit man ja meistens bereits direkt wahrnehmen kann.

---

1) Wedemeyer, K., Landw. Versuchsstat. Bd. 51. (1899). S. 383.

2) Für die von Kalk befreit gedachte *Pellia* ergeben sich die Zahlen: 9.0, 3.0, 3.78, 2.64, 1.37, 9.4 %.

Treffner[1]) führt die Zahlen für die Rückstände an, die von den Laubmoosen übrig geblieben waren, nach aufeinanderfolgender Behandlung mit Äther, Alkohol, Wasser, verdünnter Salzsäure und Natronlauge. Rechnet man seine Zahlen auf Trockensubstanz um, so erhält man zum Beispiel:

	In *NaOH* unlösliches Eiweiß	Reine Zellulose	Weitere unlösl. Zellwandbestandteile (Aschenfrei)	Summe
Polytrichum commune .	4.5 %	27.1 %	46.4 %	78.0 %
Sphagnum cuspidatum .	4.8 „	22.5 „	45.7 „	73.0 „
Hypnum splendens . . .	5.0 „	16.8 „	56.1 „	77.9 „
Dicranum undulatum .	5.2 „	16.0 „	45.3 „	66.5 „
Mnium affine	4.7 „	16.7 „	38.2 „	59.6 „
Funaria hygrometrica .	3.9 „	23.3 „	40.7 „	67.6 „

Obgleich nun die Treffnerschen Zahlen, infolge der von ihm befolgten Methode, keine große Genauigkeit besitzen können, so läßt sich immerhin daraus entnehmen, wie beträchtlich mehr „Rohfaserteile“ in den Laubmoosen im Vergleich zu den Lebermoosen enthalten sind: ihre Trockensubstanz übertrifft die der letzteren in dieser Hinsicht etwa um das sechsfache. Bei den Lebermoosen ist von der Trockensubstanz nur etwa ein Zehntel, bei den Laubmoosen sind im Durchschnitt sieben Zehntel davon als in den obengenannten Reagentien unlösliche, organische Bestandteile vorhanden. — Daß dabei auch der Wassergehalt der frischen Pflanzen eine Rolle spielt, ist einleuchtend; dieser wird in der Regel wohl kleiner sein bei den Laubmoosen als bei den Lebermoosen, doch Treffner führt darüber keine Zahlen an. Jedenfalls erhellt aber, wie ich glaube, aus diesen Erörterungen, ein wie viel härteres und auch wohl unschmackhafteres Futter die mechanisch geschützten Laubmoose sein müssen im Vergleich zu den eines wirksameren chemischen Schutzes wohl sehr bedürftigen Lebermoosen.

Über den Gehalt an unverdaulichen Eiweißsubstanzen läßt sich folgendes sagen: Bei den von mir untersuchten Lebermoosen ist etwa die Hälfte bis zwei Drittel des Gesamtproteïns verdaulich gewesen, trotzdem, was hier bemerkt werden muß, das angewandte Material, behufs leichterer Pulverisierung, vorher einige Zeit auf annähernd 100° C getrocknet worden war. Man sieht, daß ein nicht gerade geringer Teil des Eiweißes verdaut wurde, ebenso viel, als man im allgemeinen bei den gebräuchlichsten Futtermitteln erwarten kann. Bei den Lebermoosen fällt demnach der Faktor der Verdaulichkeit nicht ins Gewicht.

Aber auch bei den Laubmoosen wird eine solche Erklärung, was die Eiweißkörper anbelangt, schwerlich aufrecht gehalten

[3]) Treffner: l. c. Tabelle.

werden können. Treffner hat die nur grob zerschnittenen Moose vorher mit kochender verdünnter Salzsäure und mit Natronlauge extrahiert, und dann, zur Bestimmung des Nährwertes, die Rückstände von der Natronlaugebehandlung zunächst mit Wasser gekocht und darauf mit salzsaurem Pepsinwein sechs Stunden lang mazeriert. Bei diesem Verfahren zeigte sich das nach der Natronlaugebehandlung noch ungelöst gebliebene Eiweiß nicht peptonisiert. Berechnet man aber aus Treffners Zahlen, wie groß der in der Natronlauge unlösliche Teil des Eiweißes bei den von ihm untersuchten Laubmoosen war, so erhält man folgendes (auf Trockensubstanz umgerechnet):

	Gesamt Eiw. N.	In *Na OH* unlösl. N.
Mnium affine	1.62 %	0.75 %
Orthotrichum anomalum	1.51 „	0.66 „
Ceratodon purpureus	2.39 „	0.83 „
Climacium dendroïdes	1.32 „	0.81 „

Es zeigt sich somit, daß auch hier etwa die Hälfte bis zwei Drittel des Gesamt-Eiweißes in Natronlauge löslich und verdaulich gewesen ist und sogar nach nicht längerer als sechsstündiger Einwirkung der Pepsinlösung auf ungenügend zerkleinertes und vorher erhitzt gewesenes Material.

Nach alledem scheint es wohl sicher nicht zulässig, den Schluß zu ziehen, daß „bei den Moosen nur ein geringer Teil der Eiweißsubstanzen vom Magensaft der Tiere verdaut werden kann", und aus diesem Befunde erklären zu wollen, warum diese Pflanzen von vielen Tieren verschmäht werden.

Inbezug auf die von Czapek abgeschiedenen Bestandteile hat man zu bedenken, daß dieselben erst nach Anwendung energischer Mittel, wie Kochen mit Wasser und Natronlauge unter Druck, in Freiheit gesetzt werden können, so daß eine Deutung derselben als Tierschutzmittel zum mindesten zweifelhaft sein dürfte. Es soll hier nicht geleugnet werden, daß diese neuen Substanzen vielleicht als eine Ursache der Resistenz gegen Verwesung und dergleichen anzusehen sind. Als Tierschutzmittel aber wird man denselben, namentlich bei den Lebermoosen, höchstens nur eine untergeordnete Rolle zuschreiben können, falls es gelingt, hier andere, nicht so versteckte, sondern fertig gebildete Bestandteile mit abschreckenden Eigenschaften nachzuweisen.

Spezielle Bestandteile.

Dem auffallenden Geruch vieler Lebermoosarten ist es zuzuschreiben, daß Untersuchungen auf flüchtige Riechstoffe bei

diesen Gewächsen nicht ausgeblieben sind. Jedoch ist die schwierige Beschaffung größerer Mengen sauberen Materials wohl Ursache gewesen, daß diese Bemühungen unsere Kenntnis der betreffenden Bestandteile im allgemeinen nicht wesentlich gefördert haben.

Delffs[1]) nahm, auf Veranlassung von von Holle, die Destillation einer „größeren“ Menge von Blättern der *Jungermannia undulata* vor und erhielt eine nicht unbeträchtliche Quantität eines farb- und geruchlosen, flüchtigen Stoffes, der nicht weiter untersucht worden ist.

Auch Lindberg[2]) hat schon auf das Vorkommen von ätherischen Ölen in Lebermoosen aufmerksam gemacht. In seiner, wie mir scheint, wenig bekannt gewordenen Notiz heißt es: „Fast alle Lebermoose, besonders auf trockneren Plätzen wachsende, wie *Jungermanniae barbatae, Madothecae* etc. besitzen einen ganz eigentümlichen Geruch und Geschmack. Von den einheimischen Arten ist es besonders die *Madotheca laevigata*, welche sich dadurch auszeichnet. Diese Pflanze riecht im frischen Zustande etwas würzig und schmeckt brennend scharf. Die älteren, bräunlichen Teile sind völlig geruch- und geschmacklos. Sechzig Jahre alte Exemplare hatten aber noch einen merklichen Geschmack. Ein Vorrat dieser Pflanze wurde mehrmals mit Wasser destilliert und ergab eine, allerdings sehr geringe, Menge von ätherischem Öl, so daß nur die folgenden Eigenschaften desselben festgestellt werden konnten. Das Öl war bei gewöhnlicher Temperatur milchartig undurchscheinend und unbedeutend ins Grünliche ziehend. Noch bei + 60° C. war es ein wenig unklar, dickflüssig und destillierte merkbar erst bei einer Temperatur höher als 100° C. über. Ein Tropfen in einer trockenen Porzellanschale offen an einem warmen Orte stehen gelassen, war nach ein paar Wochen kaum merkbar vermindert, und ein Stückchen Papier, auf welches ein wenig Öl getropft war, hatte nach langer Zeit noch einen ziemlich starken Geruch. Das Öl war also wenig flüchtig. In Wasser sank es, sein spezifisches Gewicht war also größer als 1. Der Geruch war der von frischem Moose, doch mehr intensiv, nicht unangenehm; der Geschmack scharf und lang haftend, zugleich an Kampfer und Terpentin erinnernd. Alle diese Eigenschaften beweisen — so schließt Lindberg — daß dieses Öl („Aetheroleum Hepaticarum“) zu der Gruppe der mehr konsistenten gerechnet werden muß. Möglicherweise variiert es bei verschiedenen Arten von Lebermoosen, im allgemeinen dürfte die Veränderlichkeit doch keine große sein, da der Geschmack bei allen, die Schärfe ausgenommen, sehr ähnlich zu sein scheint.“

Ferner hat Greshoff[3]) im leuchtenden, javanischen Lebermoos *Cyathodium foetidissimum* Scheff., das stark nach Skatol

[1]) v. Holle. Über die Zellenbläschen der Lebermoose. 1857. S. 12.
[2]) O. S. Lindberg: Flora. 1862. S. 545.
[3]) M. Greshoff: Mededeelingen uit's Lands Plantentuin te Buitenzorg. Nr. XXV. S. 37. (1898).

riecht, eine kristallinische Substanz mit folgenden Eigenschaften aufgefunden: Schmelzpunkt 118° C., mit Säuren keine Farbenreaktionen, löslich in Äther, unlöslich in absolutem Alkohol.

Dragendorff[1]), der einzige Autor, welcher die Angabe Lindbergs erwähnt, äußert sich darüber in folgender Weise: „Inbezug auf den Riechstoff, der den Lebermoosen — ähnlich den eigentlichen Moosen, Farnen etc. — als Schutzmittel mitgegeben wurde, sind wir trotz der Untersuchungen Lindbergs an *Madotheca laevigata* noch wenig unterrichtet; mit den ätherischen Ölen höherer Gewächse hat er nicht viel Ähnlichkeit."

Ätherische Öle, und zwar auch solche von terpenartiger Zusammensetzung, kommen aber doch, und sogar sehr allgemein verbreitet, bei den Lebermoosen vor. Ich glaube wenigstens, durch die nun mitzuteilenden Untersuchungen zu diesem Schluß berechtigt zu sein. — Methodisches ist hier nur so viel zu bemerken nötig, daß die frischen Lebermoose, sorgfältig gereinigt von anderen Vegetabilien, mit Wasserdampf destilliert wurden. In einigen Fällen waren schon sofort, in anderen erst nach vorgenommener Konzentration Öltröpfchen im Destillat zu sehen. Die sichtbare Menge des Öles wurde jedesmal mittelst eines Scheidetrichters abgetrennt und das übrig bleibende Wasser dann aufs neue destilliert. Mit dieser Konzentrierung hörte ich auf, als die Menge des Destillates nur noch gering war, und dieses habe ich dann auf die Reaktion gegen Lackmus, sowie auf Methylsalizylat, aldehydartige Körper und Cyanwasserstoff geprüft. Diese Substanzen waren aber durchweg nicht vorhanden.

Von den Lebermoosen, welche ich auf den Gehalt an ätherischem Öl untersucht habe, mögen zuerst diejenigen angeführt werden, die mir — sei es weil zu wenig Material des Mooses zu Gebote stand, oder wegen des geringen Gehaltes — nicht genug Öl geliefert haben, um eine etwas nähere Entscheidung über dessen Natur treffen zu können.

Fimbraria Blumeana. Dieses zur Zeit der Verwendung in lebhafter Fruktifikation begriffene Moos besitzt einen ziemlich starken Geruch, der zum Teil an Zitrone, zugleich aber auch an Amine erinnert. Zwei kleine, saubere Rasen desselben (etwa 150 Gramm frisch und 12½ Gramm Trockensubstanz) lieferten mir ein Tröpfchen Öl von knapp 15 mg Gewicht, was somit einen ungefähren Gehalt von **0,1** % Trockensubstanz ergibt. Der Öltropfen roch ganz nach der frischen Pflanze; er war etwas gelblich und leichter als Wasser. Das nach der Konzentration erhaltene Wasser reagierte schwach alkalisch gegen Lackmus, gab mit Eisenchloridlösung keine Violettfärbung, wohl aber eine geringe Trübung und gleichfalls eine weiße Trübung mit Sublimatlösung. Mit Neßlers Reagens gab es eine schwache ziegelrote Fällung; mit Jodjodkalilösung eine dunkele Trübung, mit darnach zugefügter Kalilauge keine nennenswerte Jodoformreaktion.

[1]) Dragendorff, Heilmittel. S. 50—51.

Pellia epiphylla (Wasserform). Dieses Moos hat im frischen Zustande keinen sehr ausgesprochenen Geruch; umsomehr ist aber der Geschmack scharf und brennend, etwa an Brunnenkresse erinnernd. Trocknet man es an der Luft, so macht sich während dieser Operation ein deutlicher Fischgeruch geltend. Ich destillierte etwa 1 kg der feuchten Pflanze, übereinstimmend mit etwa 60 Gr. des trockenen und mit 35 Gr. des von dem inkrustierenden Kalk befreit gedachten Mooses. Ich erhielt einen ganz kleinen, nach dem Moose riechenden Tropfen Öl, der ungefähr 6 mg wog, was also einem Gehalt von etwa **0,02** % entspricht. Das Destillationswasser war auch hier schwach alkalisch und zeigte ebenfalls die anderen, oben bei *Fimbraria* erwähnten Reaktionen.

Metzgeria furcata. Dieses Pflänzchen riecht im frischen Zustande so gut wie gar nicht und hat ebenfalls keinen ausgesprochenen Geschmack. Rund 500 g — übereinstimmend mit etwa 100 g Trockensubstanz, — ergaben ein Tröpfchen Öl von 11 mg Gewicht mit nicht weiter definierbarem „Moosgeruch"; ein Gehalt demnach von ungefähr **0,01** %. Das Destillationswasser zeigte wiederum dieselben Eigenschaften wie bei den schon besprochenen Arten.

Fegatella conica. Diese weit verbreitete Pflanze riecht im frischen Zustande deutlich terpenartig und hat einen aromatischen, etwas bitteren Geschmack. 3½ kg der mit Wasser reingespritzten Thalli — die in dem Besitz ihrer Rhizoïden geblieben waren und etwa 270 Gramm Trockensubstanz entsprachen — lieferten mir schon eine wesentlich größere Menge ätherischen Öls. Schon bei Beginn der Destillation gingen größere, auf dem Wasser schwimmende Öltropfen über, und nach relativ kurzer Zeit war alles Öl überdestilliert. Nach einmaliger Konzentration wurde das Öl gesammelt; es stellte eine schwachgelbe, ziemlich leicht bewegliche Flüssigkeit dar mit intensivem, *Fegatella*-ähnlichem Geruch und brennend aromatischem Geschmack. Nachdem das Destillationswasser weiter konzentriert war — wobei sich noch ein wenig Öl abschied — zeigte es deutlich alkalische Reaktion; es gab mit Sublimatlösung einen weißen Niederschlag, mit Neßlers Reagens eine starke ziegelrote Fällung und mit Eisenchloridlösung einen braunen Niederschlag, wohl von Eisenhydroxyd. Mit Jodjodkaliumlösung trat eine schwarzbraune Fällung, beim nachherigen Zusatz von starker Kalilauge eine weiße Trübung und deutlicher Jodoformgeruch auf.

Das gesammelte Öl wurde erst ganz kurze Zeit auf etwa 100° C erwärmt und dann einige Tage in einen Exsikkator mit P_2O_5 gestellt; dabei färbte sich das letztere schon bald an der Oberfläche rötlichbraun. Bei der darauf vorgenommenen Wägung ergaben sich etwa 1½ g des Öles; ein Gehalt somit von reichlich **0,5** % auf Trockensubstanz berechnet. In diesem frischen Zustande war das Öl noch immer ziemlich dünnflüssig; der nach der Ausführung verschiedener Reaktionen übriggebliebene Rest trocknete aber später an der Luft zu einer dickflüssigen Masse

ein. — Das unverharzte Öl scheint mir nicht sehr schwer flüchtig zu sein, worauf schon das rasche Überdestillieren desselben und der prägnante Geruch der Pflanze hindeuten dürften. Auf eine Siedepunktsbestimmung und um so mehr auf eine fraktionierte Destillation war ich, der geringen Menge wegen, genötigt zu verzichten. Dagegen habe ich wohl eine Verbrennung mit dem Öl ausgeführt, nachdem es mit negativem Erfolg auf einen Gehalt an Stickstoff (Probe von Lassaigne) und an Schwefel (Probe von Schönn) untersucht worden war. — Die Verbrennung von

207 mg Öl lieferte 597 mg CO_2 und 184 mg H_2O. Daraus läßt sich berechnen:

$$100 \begin{cases} C & 78{,}65\,\% \\ H & 9{,}87\ \text{"} \\ \hline O & 11{,}48\,\%. \end{cases}$$

Das Öl wird zweifellos keine einheitliche Substanz darstellen, doch zeigt eine weitere Berechnung, daß in den Hauptbestandteilen desselben ein Atomverhältnis von $C : H = 9{,}12 : 13{,}75 = 1 : 1{,}51$ annähernd vorhanden sein muß. Für die einfacheren Terpenderivate ergibt sich bekanntlich $C : H = 1 : 1{,}6$. Die Terpennatur des *Fegatella*-Öles wird dann weiterhin wahrscheinlich gemacht durch die sofortige Bromaddition und durch die Entfärbung alkalischer Permanganatlösung. Fügt man zu einigen Tropfen des in Chloroform gelösten Öles eine schwache Lösung von Brom in Chloroform, so tritt bis zu einem bestimmten Punkt momentane Entfärbung der Bromlösung ein und beim Verdampfen verbleiben wenig gefärbte Tröpfchen eines Bromadditionsproduktes, das aber nicht kristallisierte. Verreibt man einen Tropfen des Öles mit dem Bayerschen Permanganatgemisch, so wird dieses dabei rasch reduziert.

Eine sehr charakteristische Eigenschaft zeigt sich, wenn man das *Fegatella*-Öl, und zwar vorzugsweise die etwas verharzte Flüssigkeit, mit starker Salzsäure oder auch mit nicht ganz konzentrierter Schwefelsäure betupft und verreibt; es tritt dann eine sehr schöne Blaufärbung ein, die vielleicht auf einen Gehalt an Sylvestren hindeuten dürfte. Konzentrierte Schwefelsäure verursacht eine rotbraune Verfärbung. Weitere Eigenschaften des *Fegatella*-Öles werden im Zusammenhang mit solchen der übrigen ätherischen Öle im Nachfolgenden erwähnt werden.

Marchantia polymorpha. Der Geruch dieses Lebermooses ist wenig durchdringend. Nimmt man aber ein Stückchen des Thallus auf die Zunge und zerkaut es, so macht sich alsbald ein unangenehmer, bitterer und kratzender Geschmack geltend. Zur Destillation gelangten 1,2 kg der mit Wasser reingespritzten, nicht von ihren Rhizoïden befreiten Pflanzen, übereinstimmend mit etwa 150 g Trockensubstanz. Diese lieferten mir im ganzen 913 mg eines farblosen, dickflüssigen ätherischen Öls, was somit einen ungefähren Gehalt von **0,5**% ergibt. Das Öl ging bedeutend schwerer und langsamer über als das *Fegatella*-Öl;

fast 30 Stunden mußte ich destillieren, bis sich keine Öltröpfchen mehr im Destillat bemerklich machten. Das spezifische Gewicht des *Marchantia*-Öles ist höher als das des *Fegatella*-Öles, und, wie mir schien, differiert es nicht viel von dem des Wassers. Es hat keinen sehr durchdringenden Geruch; immerhin riecht es deutlich nach dem frischen Moos. Der Geschmak dagegen ist ausgesprochen aromatisch bitter. An der Luft scheint das *Marchantia*-Öl sich nur langsam zu verändern; eine kleine Menge desselben blieb beim Aufbewahren ganz ungefärbt, wenn auch die Konsistenz noch dickflüssiger wurde. — Das Öl zeigte sich gleichfalls frei von Stickstoff und von Schwefel. Eine Verbrennung, mit dem getrockneten, frischen Öl vorgenommen, ergab folgendes Resultat: 200,5 mg des Öles lieferten 561 mg CO_2 und 177 mg H_2O; demnach:

$$100 \begin{array}{l} C\ 76.31\ \% \\ H\ \ 9.80\ \text{,,} \\ \hline O\ 13,89\ \%. \end{array}$$

Aus diesen Prozentzahlen läßt sich wieder ein Atomverhältnis von 1 : 1,55 berechnen. Man sieht, daß das *Marchantia*-Öl zwar etwas sauerstoffreicher ist als dasjenige der *Fegatella*, aber auch diese Zahlen dürften, im Verein mit den anderen Eigenschaften, auf die Terpenzugehörigkeit hindeuten. Bromlösung wurde von dem *Marchantia*-Öl sofort entfärbt; bei der Verdampfung des Chloroforms trat eine dunkle blauviolette Färbung auf, die sich längere Zeit an der Luft erhielt. Auch Bayers Reagens wurde reduziert. Mit Säuren gibt das *Marchantia*-Öl eine rote Färbung.

Das Destillationswasser hatte dieselben Eigenschaften, wie bei *Fegatella conica* angegeben.

Mastigobryum trilobatum. Diese *Jungermanniacee* zeichnet sich zwar nicht gerade durch sehr prägnanten Geruch und Geschmack aus, immerhin aber enthält sie bedeutende Mengen ätherischen Öles. Die zur Destillation verwendeten, feucht gehaltenen Pflänzchen wurden, wie hier nochmals betont sei, vorher aufs sorgfältigste von Kiefernadeln usw. gereinigt. Destilliert wurden im ganzen 750 g, übereinstimmend mit rund 400 g Trockensubstanz. Bei der Destillation sonderten sich schon sofort größere Öltropfen ab, doch dauerte es jedesmal längere Zeit, bis keine sichtbaren Öltröpfchen mehr übergingen. Über Nacht in einem kalten Raum des Laboratoriums stehen geblieben, war das Öl am nächsten Morgen teilweise zu kristallinischen Klümpchen erstarrt, die zwar auf dem Destillationswasser schwammen, deren spezifisches Gewicht sich aber beim Schütteln doch nur wenig kleiner als das des Wassers erwies. Auf diese Weise gewann ich 3,65 g des ätherischen Öles, was gut **0,9** % auf Trockensubstanz entspricht. Dasselbe war mittelst Äther gesammelt worden und stellte eine ziemlich dickflüssige, etwas gelbliche Flüssigkeit dar, die ausgesprochen „nach Moos", zugleich aber kampherähnlich roch. Sein Geschmack war aromatisch, kampherartig, nur wenig bitter.

Das konzentrierte Destillationswasser reagierte diesmal nicht alkalisch, eher schwach sauer, und zeigte auch nicht die oben bei den anderen Ölen erwähnten Reaktionen.

Aus einer weiteren Portion des Mooses erhielt ich später noch 4,1 g des Öles, so daß ich im ganzen fast 8 g davon zur Verfügung hatte. Allerdings ist dies noch eine viel zu geringe Menge, um ganz sichere Angaben über die Zusammensetzung machen zu können; sie genügte aber doch, um die Eigenschaften dieses Öles etwas näher zu prüfen. — Trotzdem ich das Öl wiederholt auf niedrige Temperatur (bis — 20° C) abkühlte, konnte ich es nicht wieder zur teilweisen Kristallisation bringen. Später ist mir dies eines Tages mit einer gesondert aufbewahrten Portion doch gelungen, und zwar schon bei gewöhnlicher Temperatur, nach Reiben mit einem Glasstäbchen. — An der Luft scheint sich das *Mastigobryum*-Öl nur wenig zu verflüchtigen und zu verändern. Aber beim Erwärmen auf 100° C im Kohlensäurestrom ist ein großer Tropfen davon schon nach einigen Stunden so gut wie ganz verdampft. Da das frische Öl eine schwach saure Reaktion gegen Lackmus zeigte, wurden zunächst 699 mg davon in verdünntem reinem Alkohol gelöst, mit $^1/_{10}$ N. Kalilauge titriert. Kaum $^1/_2$ ccm der Lauge brachte schon eine bleibende alkalische Reaktion zustande, so daß die Substanz jedenfalls keine größeren Mengen freier Säure enthielt. — Das Öl wurde nun wieder auf die früher erwähnte Weise getrocknet und zu folgenden Versuchen benutzt. Zehn Tropfen desselben dienten zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes; das Mittel aus zwei Versuchen ergab bei 16° C 0,972. Zwanzig Tropfen des Öles (etwa 650 mg) wurden in 3 ccm reinem Alkohol gelöst und in einem Röhrchen von 5 cm Länge polarisiert; gefunden wurde eine Rechtsdrehung von 1,21°, so daß sich das *Mastigobryum*-Öl als ein ziemlich stark drehendes ergab. Die Probe von Lassaigne auf Stickstoff fiel negativ aus, ebenso die Probe von Schönn auf Schwefel. — Weiter wurden Verbrennungen ausgeführt.

1. 237 mg gaben 720 mg CO_2 und 237 mg H_2O.

somit: 82,85 % C
100 11,11 „ H
6,04 % O.

2. 199,5 mg gaben 606,5 mg CO_2 und 201 mg H_2O,

woraus folgt: 82,77 % C
100 11,19 „ H
6,04 % O.

Aus diesen Zahlen ergibt sich wieder ein Atomverhältnis von $C:H = 1:1,61$. — Sodann wurde eine fraktionierte Destillation des Öles vorgenommen. Eine kleine Menge desselben auf dem Paraffinbad erhitzt, begann erst bei 270° C zu kochen; es wurde destilliert, bis das Thermometer im Dampfe auf 285° C gestiegen war. Im Kölbchen blieb eine braungefärbte, zähe Flüssigkeit zurück, die später zu einem kleinen Haufen derber, farb-

loser Nadeln kristallisierte. Den Schmelzpunkt dieser Kristalle konnte ich, trotzdem dieselben vorher zwischen Filtrierpapier gut abgetrocknet worden waren, nicht genau feststellen; sie begannen schon bei 78° C zu verflüssigen, waren aber erst bei 85° C völlig geschmolzen. — Das bei der ersten Fraktionierung erhaltene Destillat wurde nun nochmals fraktioniert, damit aber nur so lange fortgefahren, bis einige Tropfen bei gegen 270° C übergegangen waren. Mit diesen Tropfen nahm ich eine Verbrennung vor, ebenso mit der jetzt im Kölbchen zurückgebliebenen, etwas dunkel gefärbten Masse.

1. Überdestillierter Teil: 141 mg lieferten 438,5 mg CO_2 und 139,5 mg H_2O,

somit: 84,82 % *C.*
10,99 „ *H.*
100 — 4,19 % *O.*

2. Zurückgebliebener Teil: 164 mg lieferten 484 mg CO_2 und 152 mg H_2O,

demnach: 80,49 % *C.*
10,29 „ *H.*
100 — 9,22 % *O.*

Man sieht, wie bei der Fraktionierung der Sauerstoffgehalt des niedriger siedenden Teiles schon bedeutend zurück-, der des höher siedenden Teiles ungefähr gleichermaßen in die Höhe gegangen ist, und dasselbe gilt, im umgekehrten Sinn, für den Kohlenstoffgehalt. Es läßt sich wohl mit einiger Berechtigung vermuten, daß eine weiter fortgesetzte Fraktionierung wenigstens zwei Körper ergeben hätte, wahrscheinlich einen sauerstoffreien, flüssigen und einen sauerstoffhaltigen, kristallisierten. Indessen konnte ich diese Frage wegen Mangels an Material zur Zeit nicht weiter verfolgen.

Ferner habe ich dann eine Molekulargewichtsbestimmung mit dem Öl ausgeführt, und zwar nach der Methode von Landsberger[1]). 445 mg des Öles werden in 7 ccm. Äther gelöst, der einen Siedepunkt von 33,86° C. hatte. Schon nach wenigen Minuten war der Siedepunkt der Lösung konstant: 34,37° C. Unter Berücksichtigung der weiteren Daten:

Gewicht der Lösung 9,10 Gramm,
Gewicht des Äthers 8,655 „

Konzentration der Lösung somit 5,14 pro 100 (= p)
Molek. Siedepunktserhöhung von Äther 21,1 (= k),
findet man durch Berechnung:

$$M = \frac{p \times k}{t - t'} = \frac{5,14 \times 21,1}{0,51} = 213.$$

Eine vorhergegangene, zur Einübung der Methode ausgeführte Molekulargewichtsbestimmung von reinem Kampfer hatte 149 ergeben (berechnet 152).

1) Berl. Ber. 1898. S. 458.

Zwanzig Tropfen des Öles wurden dann weiter in 10 ccm absolutem Äther gelöst und, unter Eiskühlung, trockene Salzsäure eingeleitet. Es trat nach kurzer Zeit Rotfärbung ein; beim Verdampfen des Äthers erhielt ich jedoch kein kristallinisches Produkt. — Drei Tropfen des Öles, in kalter Essigsäure gelöst, gaben mit etwas starker Schwefelsäure ebenfalls sofort eine Rotfärbung. Ähnlich verläuft auch die Einwirkung von einem Tropfen nicht ganz konzentrierter Schwefelsäure oder Salzsäure auf einen Tropfen des Öles. — Zwanzig Tropfen des Öles, in 4 ccm absolutem Alkohol und 4 ccm Äther gelöst, wurden in Eis abgekühlt und 0,7 g Brom, in Chloroform gelöst, allmählich hinzugefügt[1]). Das Brom wurde wieder sofort absorbiert; beim Verdunsten erhielt ich aber auch jetzt keine kristallisierte Bromverbindung, sondern ein gelblichweißes, dickflüssiges Reaktionsprodukt, das bald eine schmutzigblaue, später braunrote Färbung annahm.

Aus den aufgeführten Versuchen dürfte zu folgern sein, daß wir es in dem *Mastigobryum*-Öl wahrscheinlich mit einem Gemisch zu tun haben, der Hauptsache nach aus einem Sesquiterpen $C_{15}\,H_{24}$ und einer kampferartigen Substanz (vielleicht $C_{15}\,H_{26}\,O$?) bestehend. Sesquiterpene finden sich ja in den zwischen 250° und 280° C. siedenden Anteilen mehrerer ätherischen Öle; ihr Molekulargewicht beträgt 204, das der sauerstoffhaltigen Verbindungen $C_{15}\,H_{26}\,O$ 222. Das *Mastigobryum*-Öl hätte dann in seiner Zusammensetzung einigermaßen eine Ähnlichkeit mit den ätherischen Ölen aus Sandel- und aus Zedernholz.

Eine sichere Kenntnis der Zusammensetzung des Öles von *Mastigobryum* und auch derjenigen der anderen Arten vermag nur das eingehende Studium dieser neuen Substanzen zu liefern; dazu sind aber bedeutend größere Mengen nötig, als mir bis jetzt zu Gebote standen.

Weiteres über die ätherischen Lebermoos-Öle.

Die obige Besprechung der aus den Lebermoosarten gewonnenen ätherischen Öle möge hier schließlich nach zweierlei Richtungen hin etwas ergänzt werden.

Erstens wären mit Rücksicht auf die späteren Erörterungen über die Lokalisation dieser Bestandteile noch einige Reaktionen derselben zu erwähnen. Ihre Löslichkeitsverhältnisse decken sich vollkommen mit den für die ätherischen Öle im allgemeinen bekannten. Sie lösen sich außer in absolutem und in mäßig verdünntem Alkohol auch in Äther, Petroläther, Benzol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Aceton, Eisessig, Glycerin, Nelkenöl und sie verteilen sich in starker Chloralhydratlösung. Weiter geben sie mit Osmiumsäure, Alkanna und Sudan III die auch bei den fetten Ölen auftretenden Färbungen.

[1]) Nach Wallachs Vorschrift. Chem. Ann. 227. S. 280.

Zweitens müssen dann noch die schützenden Eigenschaften dieser Lebermoosbestandteile kurz beleuchtet werden. Die Bedeutung der ätherischen Öle im allgemeinen als Tierschutzmittel brauche ich hier nicht nochmals zu betonen, zumal da dieser Punkt in einer neuerdings veröffentlichten Abhandlung von Detto[1]) eingehend erläutert worden ist. Meine Aufgabe wäre es nur noch, plausibel zu machen, daß die Immunität der Lebermoose gegen den Angriff der Tierwelt tatsächlich zu dem Gehalt an ätherischem Öl in Beziehung steht.

Die schon früher von Stahl angestellten Fütterungsversuche haben ergeben, daß Lebermoospflänzchen in der Regel erst dann von Schnecken gefressen werden, wenn sie eine kurze Zeit hindurch mit Alkohol ausgekocht worden sind. Daß man auf diese Weise die ätherischen Öle entfernt, liegt auf der Hand; allein, auch andere, möglicherweise als Schutzmittel wirksame Bestandteile würden durch Alkohol den Pflänzchen entzogen worden sein.

Jedoch nicht nur mit Alkohol extrahierte Fragmente der Lebermoose sind geschmacklos: auch einfaches Erhitzen in einem Trockenschrank auf 100° C während einer nicht zu kurzen Zeit entzieht denselben schon ihren Geruch und Geschmack. Auch Extraktion mit Äther genügt: ebenfalls haben die Rückstände der Lebermoose nach der Destillation mit Wasser keinen unangenehmen Geschmack mehr. Setzte ich solche Fragmente den Schnecken vor — ich benutzte dazu meistens die gefräßige *Limax agrestis* — so wurden dieselben zwar immer noch nicht sehr gerne gefressen, immerhin aber mehr angegriffen als frische Stückchen der nämlichen Pflanzen, welch letztere nicht merkbar benagt wurden. Auch konnte ich beobachten, daß die Thalli der an ätherischem Öl sehr armen und für mich so gut wie geschmacklosen *Metzgeria furcata* von sehr hungrigen Schnecken schon eher berührt wurden als die andern von mir untersuchten Lebermoose. — Weiter spricht auch noch folgender Versuch für die schützende Wirkung der Lebermoos-Öle. Stückchen Filtrierpapier wurden mit kleinen Mengen einer ätherischen Lösung der Öle getränkt und nach Verdampfung des Äthers mit Wasser angefeuchtet: während nun zum Vergleich dienendes reines Filtrierpapier von *Limax agrestis* zerfressen wurde, war dies mit den so behandelten Streifchen nicht der Fall.

Aus diesen wenigen Versuchen geht, wie ich glaube, schon hervor, daß auch die ätherischen Öle der Lebermoose eine Bedeutung als Schutzmittel beanspruchen können. Damit soll aber nicht gesagt sein, daß in allen Fällen die Immunität dieser Gewächse gegen die Angriffe der Tierwelt auf die Anwesenheit solcher Körper beruht. Möglicherweise kommen auch andere Bestandteile in Betracht, und es wäre interessant, nach Lebermoosen zu suchen, die gar kein ätherisches Öl enthalten. — Ich habe solche bis jetzt nicht aufgefunden; denn kleinere Mengen von:

---

[1]) Detto, C., Über die Bedeutung der ätherischen Öle bei Xerophyten. [Inaug. Diss.] Jena 1903.

Lunularia vulgaris,
Targionia hypophylla,
Aneura palmata,
Madotheca platyphylla,

die ich später noch auf das Vorkommen von ätherischem Öl geprüft habe, ergaben wieder einen beträchtlichen Gehalt daran.

Man würde weiterhin daran denken können, daß den aufgefundenen ätherischen Ölen zugleich eine gewisse Bedeutung als Antiseptikum und als Schutzmittel gegen Pilze zukommt[1]). Ihr Wert in dieser Beziehung scheint aber doch kein sehr großer zu sein, wie dies zum Beispiel aus der Wahrnehmung hervorgeht, daß man oft an alten, absterbenden Teilen von Lebermoosen Pilzhyphen findet. Auch erwähnt Rattray[2]), daß man bei *Kantia trichomanis* öfters sehen kann, wie Pilzhyphen in die die lazurblauen Ölkörper enthaltenden Zellen eingedrungen sind, und wie der Parasit das Öl dieser Gebilde anscheinend in sich aufgenommen hat. Ich habe dieses Moos aber nicht auf ätherisches Öl prüfen können. Golenkin[3]) dagegen sagt, daß die Hyphen der von ihm bei einigen *Marchantiaceen* aufgefundenen Pilze nie in die chlorophyllhaltigen Zellen hineingehen, und auch nicht in die Schleim-, Ölkörper- und Sklerenchymzellen.

Zum Schluß möge hier noch angeführt werden, daß ich bei zwei darauf untersuchten Laubmoosarten ätherisches Öl nicht aufgefunden habe. Ich destillierte:

Dicranum scoparium und
Hypnum splendens

in Mengen von je 100 Gramm (so gut wie lufttrocken); von ätherischem Öl war aber im Destillat, auch nach mehrmaligem Konzentrieren desselben, nichts zu bemerken. Wohl erhielt ich eine sehr geringe Menge einer paraffinähnlich aussehenden Substanz, die jedoch keinen ausgesprochenen Geruch hatte, und die möglicherweise noch von Verunreinigungen herrührte, weil diese Moose nicht ganz so sorgfältig ausgelesen worden waren, wie die speziell von mir berücksichtigten Lebermoose.

Alkaloïde. Die bei den Destillationen erhaltenen wässerigen Extrakte von größeren Mengen der Lebermoosarten habe ich weiter benutzt, um sie auf das Vorkommen von Alkaloïden zu prüfen. Solche Körper sind bei den *Bryophyten* auch noch nicht aufgefunden worden; es scheint aber, daß nicht speziell danach gesucht worden ist[4]). Treffner erwähnt in seiner Arbeit über die Laubmoose nichts darauf Bezügliches.

---

[1]) Bokorny: Pharm. Centralhalle für Deutschland. 1901. Nr. 11—12. Seite 181.

[2]) J. Rattray: Transactions and Proceedings of the Bot. Society of Edinburgh. Vol. XVI. Part. I. S. 127—128.

[3]) M. Golenkin, l. c. S. 212—213.

[4]) Clautriau, G., Nature et signification des alkaloïdes végétaux. 1900.

Die heiß kolierten, sehr verdünnten wässerigen Flüssigkeiten wurden jedesmal auf dem Wasserbade bis zu ungefähr 300 bis 500 ccm eingeengt; dann wurde ein wenig Salzsäure zugesetzt und filtriert. Das abgekühlte Filtrat versetzte ich mit etwa der doppelten Menge Alkohol und ließ über Nacht stehen. Es schieden sich dabei bedeutende Mengen von braunen, schleimartigen Substanzen ab. Die filtrierte alkoholische Lösung wurde eingeengt bis zur sirupdicken Konsistenz und dann mit Wasser auf etwa 200 ccm gebracht. Nachdem wieder filtriert worden war, schüttelte ich die saure Flüssigkeit nun erst mit Äther wiederholt aus; dann machte ich dieselbe alkalisch — mit überschüssigem Ammoniak, — schüttelte nochmals mit Äther und darauf mit Chloroform aus.

Die bei diesen Ausschüttelungen erhaltenen Produkte waren im allgemeinen nicht sehr ausgiebig; sie stellten braune oder grünlich gefärbte, kristallinische Massen dar von meist eigentümlichem, schwachem Geruch, der z. B. bei *Metzgeria* deutlich an Vanillin erinnerte, bei *Pellia* dagegen eher skatolähnlich war. In kochendem Wasser und in heißer, verdünnter Salzsäure lösten sie sich nur wenig; beim Abkühlen wurden die Lösungen größtenteils wieder trüb. Dies veranlaßte mich, die drei Präparate aus jeder Art. mit verdünnter Salzsäure übergossen, wieder zusammenzumischen, kalt zu filtrieren und nach Übersättigung mit Natriumkarbonat nochmals mit Äther und mit Chloroform auszuschütteln.

Die nunmehr erhaltenen Produkte waren noch bedeutend weniger; in einigen Fällen war, nach der Verdunstung des Lösungsmittels, im Kölbchen so gut wie gar keine Substanz zu ersehen. Alle Rückstände wurden mit ein wenig schwefelsaurem Wasser erwärmt und die Lösungen nun weiter auf das Vorhandensein von Alkaloiden geprüft.

Der Geschmack dieser Lösungen war in den meisten Fällen nicht bitter, außer bei *Mastigobryum trilobatum*. Mit den allgemeinen Alkaloidreagentien erhielt ich nur ausnahmsweise eine nennenswerte Reaktion, und zwar bei den Äther-Rückständen von *Mastigobryum*, wo mit Jodjodkalilösung, von *Fimbraria* und von *Metzgeria*, wo mit Phosphorwolframsäure, Jodjodkali- und Kaliumquecksilberjodidlösung eine geringfügige Fällung eintrat. Mit den anderen häufig angewandten Reagentien erhielt ich aber keine oder so gut wie keine Trübung.

Das Ergebnis dieser Untersuchung auf Alkaloide war somit ein negatives. Wenn nun auch nicht behauptet werden soll, daß auf diese Weise die Abwesenheit solcher Bestandteile einwandsfrei dargetan worden ist, da ja nur von einem wässerigen Auszug ausgegangen wurde, so dürfte mit Rücksicht auf die große Empfindlichkeit der Alkaloidreaktionen doch wenigstens die Annahme gerechtfertigt sein, daß in den untersuchten Lebermoosarten keine für die Schützung mit in Betracht kommende Menge von Alkaloiden anwesend ist.

III. Die Zusammensetzung der Ölkörper.

Literatur.

Im Vorhergehenden wurde gezeigt, daß alle untersuchten Lebermoose ätherisches Öl als Schutzmittel enthalten, dessen Menge in einigen Fällen sehr bedeutend, bei den verschiedenen Arten aber sehr wechselnd ist. Weiter fragt es sich nun, wo diese Bestandteile in den Pflanzen sich vorfinden? Man wird sofort meinen, daß dieselben vielleicht doch in den sogenannten Ölkörpern abgelagert sind, und es soll jetzt weiter geprüft werden, in wiefern diese Vermutung berechtigt ist. Dazu möge erst ein kurzer Überblick über unsere Kenntnisse dieser eigentümlichen Zellgebilde, namentlich was ihre Zusammensetzung anbelangt, vorausgeschickt werden[1]).

Die Ölkörper kommen bei den allermeisten Lebermoosen vor; als seltene Fälle, in denen sie nicht ausgefunden wurden, sind von den einheimischen Arten *Anthoceros laevis* und *Blasia pusilla* zu nennen, zwei Formen, die in ihrem Innern *Nostoc*-Kolonien beherbergen[2]). Man trifft die Ölkörper meistens in allen Teilen der Pflänzchen an, mit Ausnahme der Sporen und Rhizoïden. Sie sind entweder in allen Zellen oder in besonderen Ölzellen abgelagert. Öfters weisen sie eine Neigung zu peripherischer Anhäufung auf: so besonders im Stämmchen der folieusen Formen und im Stiel des Sporogons, aber auch im Vegetationskörper selbst, z. B. von *Fegatella* und *Fimbraria*, wo man sie auch in der Epidermis der Oberseite antrifft. — Anzahl, Größe und Form der Ölkörper sind sehr verschieden und variieren auch innerhalb desselben Individuums. Nach dem zunächst sichtbaren Bilde unterscheidet man öltropfenartige, komponierte und emulsionsartige Ölkörper. Bei starker Vergrößerung beobachtet man, daß die Ölkörper in vielen Fällen überhaupt aus kleineren Tröpfchen bestehen, die einer anders lichtbrechenden Grundmasse — einem Stroma — eingebettet sind. Dieses Stroma ist in größerer oder geringerer Menge vorhanden; es bleibt bei der Behandlung mit Alkohol als eine körnige Masse zurück, die sich durch Gelbfärbung mit Jod usw. auszeichnet. Durch Färbung von mit Osmiumsäure fixiertem Material mit Gentianaviolett läßt sich das Stroma schön sichtbar machen. — Eine die Ölkörper in lebenden Zellen umgebende Hülle ist nicht nachweisbar; die durch Anwendung verschiedener Hülfsmittel (z. B. von mäßigem Druck oder Einwirkung von verdünntem Alkohol) leicht auftretende Hülle ist ein Kunstprodukt, das der Hauptsache nach aus der Substanz des Stromas gebildet wird, ohne daß indessen eine Mitwirkung des umgebenden Plasmas dabei ausgeschlossen ist. Ebenso wenig wie mit dem Stroma selbst, geben die gewöhnlichen Eiweißreaktionen mit dieser Hülle ein positives Resultat.

---

1) Ich zitiere im Nachfolgenden hauptsächlich: 1. Pfeffer: Die Ölkörper der Lebermoose. 1874. 2. von Küster: Die Ölkörper der Lebermoose und ihr Verhältnis zu den Elaioplasten. 1894.

2) Stahl: Pflanzen und Schnecken. S. 54.

Von älteren Autoren wurden folgende Ansichten über die Zusammensetzung der betreffenden Gebilde erwähnt: Mirbel[1]) hielt die von ihm zuerst bei *Marchantia polymorpha* unter dem Namen „Zellenbläschen" beschriebenen Körper für eine stärke- oder salzartige Substanz. Gottsche[2]) wies ihre Löslichkeit in Alkohol nach und dachte an eine harz- oder wachsartige Beschaffenheit. Schacht[3]) schloß aus der schwachen Gelbfärbung durch Jod auf Inulin-Natur. Von Holle[4]) führte ihren Inhalt auf Harz und ätherisches Öl zurück, weil ihm eine Verseifung durch Kalilauge nicht gelang und die von Delffs vorgenommene Destillation von *Jungermannia undulata* eine nicht geringe Menge eines flüchtigen Stoffes ergeben hatte. Hofmeister[5]) äußerte sich gleichfalls im Sinne einer harzigen Beschaffenheit. Limpricht[6]) sagt, daß sie wahrscheinlich den eigentümlichen Geruch mancher Lebermoose verursache. Mit dieser Auffassung, die auch von Stahl[7]) und von Goebel[8]) als wahrscheinlich angesprochen wurde, steht somit Pfeffers Äußerung in Widerspruch, daß eventuell vorhandene größere Mengen ätherischen Öls bestimmt nicht in den Ölkörpern abgelagert sind.

Nach Pfeffers Meinung bestehen die von ihm zuerst eingehend studierten und als „Ölkörper" bezeichneten Gebilde im wesentlichen nur aus fettem Öl, und von Küster schließt sich in dieser Hinsicht vollkommen Pfeffer an. Ihren Abhandlungen entnehme ich dann weiter folgendes: Obgleich die Ölkörper unter keinen Umständen mit Wasser mischbar sind, so können sie dadurch doch, nach der Entfernung aus der Zelle, größere oder geringere Veränderungen erfahren, die sich durch Formveränderung, Bildung kleinerer Vakuolen und andere Erscheinungen geltend machen, und welche ungleich schneller und viel auffallender durch verdünntes Kali hervorgerufen werden. Zerdrückt man die Ölkörper der in Wasser liegenden Objekte, so fließt ihr flüssiger Inhalt heraus, worin die einzelnen Tröpfchen bisweilen lebhafte Molekularbewegung zeigen. — Durch wasserentziehende Mittel, wie Zuckerlösung und Glycerin, ebenso beim Trocknen der Pflänzchen und bei der Einwirkung von verdünntem Alkohol oder heißem Wasser tritt eine erhebliche Volumveränderung ein, die häufig mit auffallender Formveränderung verbunden ist. Beim Anfeuchten oder Auswaschen der Zuckerlösung mit reinem Wasser kehren die Ölkörper aber zu ihrer ursprünglichen Gestalt, innerhalb der entstandenen

---

1) Mirbel: Recherches anat. et physiol. sur la *Marchantia polymorpha*. (Mém. de l'Acad. Royale des Sciences de l'Inst. de France. T. XIII. (1835). S. 345.)

2) Gottsche: Anat. physiol. Unters. über *Haplomitrium Hookeri*. (Verhandl. der Leopold. Carol. Akademie). Bd. XII. (1843), Abt. I. S. 287—288.

3) Schacht: Lehrb. d. Anat. und Physiol. d. Gewächse. 1856. S. 60.

4) v. Holle: Über d. Zellenbläschen d. Lebermoose. 1857. S. 12.

5) Hofmeister, W., Die Lehre v. d. Pflanzenzelle. 1867. S. 396.

6) Limpricht: Kryptogamen-Flora von Schlesien. 1876. S. 242.

7) Stahl: Pflanzen und Schnecken. S. 53.

8) Goebel: Organographie der Pflanzen. 1898. S. 303.

Hülle, zurück. Daraus geht nach Pfeffer hervor, daß die Ölkörper aus einem Gemenge von fettem Öle mit ansehnlichen Mengen von Wasser bestehen. — Sogar in viele Jahre alten Exemplaren von Lebermoosen konnte Pfeffer die Ölkörper noch auffinden. Waren sie verschwunden, so hatte nach ihm eine Aufsaugung seitens Inhalt und Wandung der Zellen stattgefunden und nicht eine Verflüchtigung; denn weder durch längeres Kochen mit Wasser, noch durch Erhitzen über 100° C. verschwinden sie. Nachdem Pfeffer trockene Pflänzchen u. a. von *Mastigobryum* während 2 bis 3 Stunden in einem ziemlich lebhaften Luftstrom auf 170—180° C erhitzt hatte, war angeblich Aussehen und Verhalten der Ölkörper in keiner Weise geändert.

Beim Studium der Reaktionen der Ölkörper zeigten sie sich:

1. Löslich in Petroläther, Äther, Aceton, Chloroform, Benzol, Schwefelkohlenstoff, Nelkenöl, starkem Alkohol, aber auch in verdünntem Alkohol (noch in bis 40 prozentigem), Eisessig und Chloralhydratlösung.
2. Kalilauge und Säuren lösen nicht; wohl kann es bei der Einwirkung von Kalilauge geschehen, daß die Ölkörper plötzlich verschwinden, aber eine Verseifung in der Weise, daß erstarrte Seifenmassen sichtbar werden, tritt sogar bei vorhergegangener Kochhitze nicht ein.
3. Durch Osmiumsäure, Alkanna und verschiedene andere Farbstoffe färben sie sich leicht.

Die Ölkörper zeigen somit in ihrem Verhalten große Ähnlichkeit mit dem Rizinusöl, resp. den ätherischen Ölen, von welch letzteren sie sich aber scharf durch ihre Nichtflüchtigkeit unterscheiden. Auch können sie nicht aus Wachs, Harz oder einem Balsam bestehen; denn sie blieben bei 5—7° C flüssig, auch nachdem sie vorher längere Zeit hindurch erhitzt gewesen waren. Doch bleibt es nach Pfeffer immerhin möglich, daß von Wachs oder Harz ein gewisses Quantum im flüssigen fetten Öl gelöst anwesend ist. Von Küster hat die Unverdorben-Franchimontsche Reaktion auf Harze ausgeführt, jedoch mit negativem Resultat.

Bei einigen Arten, wie z. B. *Lunularia* und anderen *Marchantiaceen*, bewirkt eine Lösung von Ferrosulfat eine mehr oder weniger tief schwarzblaue Färbung, die durch Salzsäure zum Verschwinden gebracht wird, und nach vorhergegangener Behandlung mit Kaliumdichromatlösung bleibt auf Zusatz von Alkohol eine rotbraune Masse zurück. Es deutet dies auf einen Gerbstoffgehalt hin, der bei den *Marchantiaceen* in der die Tröpfchen des Ölkörpers umgebende Masse lagert. Man findet Gerbstoff bei diesen Moosen aber auch öfters in anderen Zellteilen und Zellen; bei den *Jungermannieen* kommt er nur im Zellsaft einiger Arten vor.

Pfeffer betont weiter, daß die Ölkörper der verschiedenen Lebermoose gegen Reagentien ein nicht ganz gleiches Verhalten

zeigen, was allerdings schon durch Quantität und Qualität der Beimengungen, vielleicht auch teilweise durch die Natur der Fette — die ein Gemenge verschiedener Glyceride sogenannter Fettsäuren sein dürften — bedingt werden kann.

Die Ölkörper werden in den ganz jungen Teilen in der Weise ausgebildet, daß zuerst ein Stroma entsteht, worin nachträglich die Öltropfen auftreten[1]. Sie gehören zu den aplastischen Sekreten, da sie, einmal abgelagert, keine weitere Verwendung im Stoffwechsel finden. Im Dunkeln verschwinden sie nicht, und dabei neugebildete Teile enthalten sie gleichfalls. — Ihre Bedeutung für den Organismus wurde, wie schon erwähnt, zuerst von Stahl angegeben, indem er dieselben als „Schutzkörper" auffaßte.

Neuerdings hat dann Andrews[2] mittelst der Zentrifugalmethode gefunden, daß die Ölkörper sich anders wie die Fette verhalten, was sich aber nach ihm erklären läßt durch das Vorhandensein einer spezifisch schwereren Substanz als Öl, eben die protoplasmatische Grundlage, welche den Ölkörpern nach Pfeffer eigen sein soll.

Fettgehalt der Lebermoose.

Pfeffer gibt an, daß er durch geeignete Extraktion eines mäßigen Quantums von *Mastigobryum trilobatum* das Vorhandensein von fettem Öl makrochemisch konstatiert hat. Näheres erwähnt Pfeffer darüber nicht; wahrscheinlich wird die von ihm befolgte Methode in der für Fette üblichen Extraktion mit Äther bestanden haben. Ob damit auf chemischem Wege bestätigt ist, daß die Lebermoose in ihren Ölkörpern hauptsächlich nur fettes Öl enthalten, sollen nachfolgende Untersuchungen dartun.

Wir müssen uns nach zweierlei Richtung hin fragen:

1. Besteht eine Beziehung zwischen dem Gehalt an „fettem Öl" und dem mehr oder weniger massenhaften Vorkommen von Ölkörpern in den einzelnen Arten?
2. Inwieweit beteiligt sich „fettes Öl" an dem durch Extraktion mit Äther enthaltenen Residuum?

Quantitative Fettbestimmungen von Lebermoosen gaben schon Jönsson und Olin in ihrer früher genannten Abhandlung[3]. Nach dem gewöhnlichen Ätherextraktionsverfahren fanden sie u. a. folgende Zahlen (auf Trockensubstanz berechnet):

Laubmoose:		Lebermoose:	
Polytrichum commune	3,07 %	*Jungermannia barbata*	9,83 %
Mnium undulatum	7,09 „	*Madotheca platyphylla*	7,70 „
Bryum roseum	18,05 „	*Plagiochila asplenioides*	5,07 „
Sphagnum	3,0 „	*Mastigobryum trilobatum*	3,65 „
		Marchantia polymorpha	1,75 „ .

[1] Siehe J. H. Wakker: Jahrb. f. wissensch. Botanik. Bd. XIX. (1888). S. 486.
[2] Andrews: Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik. Bd. XXXVIII. Heft 1. (1902). S. 34.
[3] Jönsson und Olin: Der Fettgehalt der Moose.

Auch behandelten diese Autoren einige Moose nach der Methode von Bogdanow (Pflügers Archiv. 1897), welche darin besteht, daß man das mit Äther entfettete Material später 12 Stunden lang mit Alhohol kocht und dann nach dem Trocknen nochmals mit Äther erschöpft. Es ergaben sich dabei neue und sogar beträchtliche Mengen Fett, z. B. bei:

Hypnum giganteum	noch 2.53 %	(Im ganz.	1,67+2.53= 4,20 %),
Jungermannia barbata	„ 2,35 „	(„ „	7,88+2,35=10,23 „),
Madotheca rivularis	„ 1,35 „	(„ „	4,35+1,35= 5,70 „).
Plagiochila asplenioides	„ 3.20 „	(„ „	1.75+3.20= 4,95 „).

Nach Jönsson und Olin hat man also auch bei den Moosen leichtlösliches und schwerlösliches Fett zu unterscheiden. Ersteres dürfte nach ihrer Auffassung das in den sichtbaren Tröpfchen enthaltene sein; es zeigte immer niedrigeren Schmelzpunkt und geringeres spezifisches Gewicht als das letztere, in dem man vielleicht das in den Membranen der Stammteile abgelagerte Fett erblicken darf. Die Verfasser fanden weiter Differenzen im Fettgehalt nach der Sammelzeit, nach dem Standort und Alter der Moose. Im allgemeinen zeigten diese sich im Früh- und Spätjahr reicher an Fett als im Sommer, auf trockneren Standorten reicher als auf feuchten, und in den älteren Teilen reicher als in den jüngeren. Der Fettgehalt schien gleichen Schritt zu halten mit dem Stickstoffgehalt; die Verfasser vermuten deshalb eine Entstehung des Fettes bei der Zersetzung von Eiweißkörpern. In dem Fettgehalt besitzen die Moose, nach Jönsson und Olin, ein Mittel, um schlechte Witterungsperioden durchmachen zu können, da die Fette, als plastische Stoffe, weniger rasch umgewandelt werden als die Stärke, welche öfters neben dem Fett in großen Mengen auftritt, z. B. bei den *Hypneen* und auch bei den *Marchantiaceen.* — Zu diesen Befunden von Jönsson und Olin will ich hier nur bemerken, daß das angebliche Wechseln des Fettgehaltes sich nicht erstrecken kann auf das in den Ölkörpern angenommene fette Öl, da diese Gebilde bekanntlich unveränderlich sind.

Ich habe nun selber auch einige quantitative Fettbestimmungen ausgeführt. Dazu wurden 3 bis 5 Gramm der sehr fein gepulverten Moose vorher 2 Stunden lang im Wassertrockenschrank und in einem Kohlensäurestrom getrocknet, und dann 6 bis 9 Stunden lang in einem Soxhlet-Apparat mit trockenem Äther extrahiert. Es wurde die Flamme so geregelt, daß der Äther fast alle 5 Minuten einmal abheberte. Das erhaltene Rohfett wurde im Wassertrockenschrank in einem Kohlensäurestrom bis zum konstanten Gewicht getrocknet. In denjenigen Fällen, wo das betreffende Moos einen bedeutenden Gehalt an ätherischem Öl ergeben hatte, nahm das Trocknen immer noch längere Zeit in Anspruch. — Daß ich die Methode von Bogdanow nicht angewandt habe, hat seinen Grund darin, daß es mir nur um das „Fett" der Ölkörper zu tun war; dieses hat sich bei der erschöpfenden Extraktion der sehr feinen Moospulver ohne Frage gelöst.

Die von mir erhaltenen Zahlen habe ich schon früher aufgeführt, doch mögen dieselben hier wiederholt werden. Ich fand, auf Trockensubstanz berechnet:

Fegatella conica	2.3 %
Metzgeria furcata	2.8 „
Pellia epiphylla (kalkfrei)	3.0 „
Fimbraria Blumeana	3.6 „
Mastigobryum trilobatum	4.0 „
Marchantia polymorpha	4.3 „ .

Bei der Betrachtung dieser Zahlen muß berücksichtigt werden, daß sie den Rohfettgehalt der von ihren meisten Rhizoiden befreiten Lebermoose darstellen. — Dieses getrocknete Rohfett bildete in allen Fällen eine gelblichgrün gefärbte, weiche Masse von etwas fischtranartigem Geruch, aber ohne ausgeprägt unangenehmen Geschmack. Ein Parallelismus zwischen diesen Zahlen für den Gehalt an leichtlöslichem „Fett" und den sichtbaren Mengen an Ölkörpern geht daraus nicht hervor. *Metzgeria furcata*, die nur so winzige Ölkörper hat, daß dieselben längere Zeit übersehen worden sind, enthält noch mehr Rohfett als *Fegatella conica*; und *Mastigobryum trilobatum*, die förmlich voll großer Ölkörper in jeder Zelle sitzt, enthält noch etwas weniger Rohfett als *Marchantia polymorpha*, wo Ölkörper nur in vereinzelten Zellen des Thallus vorkommen. — Wenn die in Rede stehenden Gebilde tatsächlich der Hauptsache nach aus fettem Öl beständen, so wäre eine solche Beziehung wohl zu erwarten gewesen.

Zur Beantwortung der zweiten Frage habe ich mir das Rohfett von *Mastigobryum trilobatum* in etwas größerer Menge verschafft. Dreihundert Gramm lufttrockenes, sorgfältig gereinigtes Pulver (1 m. M.) dieser Pflanze wurden, mit Äther übergossen, während 14 Tagen stehen gelassen. Täglich wurde einige Male tüchtig durchgeschüttelt und alle zwei bis drei Tage der Äther abgegossen und erneuert. Derselbe war anfangs ganz dunkelgrün, später nur noch leise gelblich gefärbt. Beim Filtrieren zeigte sich am Rande des Filters deutlich, daß dem Chlorophyll beträchtliche Mengen eines gelbgefärbten Körpers beigemischt waren. Nach dem Verdampfen erhielt ich knapp 20 Gramm einer wohl noch wasserhaltigen, dunkelgrünen, öligen Masse von intensivem Moosgeruch und widerlichem, kratzend bitterem Geschmack. Dieses Produkt wurde nun zunächst mit einem Dampfstrahl behandelt: im Destillat zeigten sich sofort größere, helle Tropfen des ätherischen *Mastigobryum*-Öles. Es war aber eine mehr als 15 Stunden fortgesetzte Destillation nötig, um alles Öl überzutreiben. Ich gewann 4,1 Gramm des ätherischen Öles und fand somit auf diese Weise einen noch etwas größeren Gehalt daran, als bei der direkten und doch auch viele Stunden fortgesetzten Destillation der Pflanze mit Wasserdampf. Es geht daraus nochmals die teilweise Schwerflüchtigkeit des Öles hervor.

Da auch die viel dickeren Thalli von *Marchantia* und *Fegatella* vor der Destillation nicht erst tüchtig zerkleinert worden

waren, so ist es möglich, daß die anderen, früher erwähnten Gehaltszahlen ebenfalls etwas zu niedrig gefunden wurden. Übrigens weiß man ja, wie bei schwer flüchtigen ätherischen Ölen das Material nach beliebig verlängerter Destillation immer etwas ölhaltig bleibt[1]).

Die im Destillationskolben zurückgebliebene Fettmasse wurde mit Äther gesammelt, der Äther verdampft und der Rückstand nun mehrere Stunden lang mit Petroläther (Siedep. 40—50° C.) am aufsteigenden Kühler ausgekocht. Dabei löste sich der größte Teil der grünen Masse; nur ein kleiner dunkelgefärbter Klumpen blieb ungelöst, der getrocknet rund 900 mg wog und einen spröden, glänzenden, harzartigen Körper darstellte. Diese Substanz war schwerer als Wasser, und darin — ebenso wie in verdünnten Säuren und Alkalien — nicht löslich, wohl aber in starkem Spiritus. Von Geruch und Geschmack war an ihr so gut wie nichts zu bemerken.

Der Petroläther hinterließ bei der Verdampfung etwa acht Gramm eines grünen, schmierigen Öles, dessen Geruch und Geschmack nicht scharf, wohl aber tranähnlich war. Ich habe dieses Produkt darauf mit alkoholischer Kalilauge (8 Gramm Kalihydrat, 40 ccm Wasser und 40 ccm Alkohol) mehrere Stunden am Rückflußkühler gekocht. Nach der Verseifung wurde mit Wasser verdünnt, der Alkohol abdestilliert und die zurückgebliebene dunkelgrüne, trübe Flüssigkeit dreimal mit einer größeren Menge Äther ausgeschüttelt. Der letztere setzte sich dabei nur sehr schwer ab, so daß dieses Verfahren längere Zeit in Anspruch nahm. Das erste Mal war der Äther intensiv goldgelb gefärbt, bei der dritten Ausschüttelung war er aber nahezu farblos. Bei der Verdunstung hinterließ der Äther ein orangerotes Residuum, das mit Wasser gewaschen, abgetrocknet und dann in Alkohol gelöst wurde. Dies geschah sehr leicht, und nach der freiwilligen Verdampfung blieben fast $2\frac{1}{2}$ Gramm einer orangeroten Kristallmasse von angenehmem, einigermaßen an Veilchen erinnerndem Geruch zurück. Außer in Alkohol lösten diese Kristalle sich leicht in Petroläther, Äther, Aceton, Chloroform, Essigsäureanhydrid, Eisessig etc., nicht aber in Glyzerin und in verdünnten Säuren und Alkalien. In frischem Zustande zeigte das Produkt Karotin- und Cholesterinreaktionen, da es, mit Schwefelsäure betupft, eine dunkelbläuliche Färbung annahm und bei Vermischung seiner Lösung in Chloroform mit gleichem Volum Schwefelsäure nach dem Durchschütteln die Chloroformlösung sich rot färbte und die Schwefelsäure grün fluoreszierte.

Ich vermutete deshalb, daß eine Mischung hauptsächlich der beiden genannten Körper vorliegen konnte. Karotin ist ja außerordentlich verbreitet im Pflanzenreich und für die Lebermoose speziell bei *Marchantia polymorpha* von Tine Tammes[2]) nachgewiesen. Was das Cholesterin anbelangt, so muß aber be-

[1]) Gildemeister und Hoffmann, l. c. S. 142.
[2]) Tine Tammes: Flora. 1900. S. 205.

merkt werden, daß die wenigen Phytosterine, welche bis jetzt in reinem Zustande aus Repräsentanten der Kryptogamen abgeschieden worden sind, durchweg Ergosterin-Natur haben, d. h. stärker linksdrehend sind und keine Färbung der Chloroformlösung bei der Probe mit Schwefelsäure zeigen[1]).

Es gelang mir nicht, unter Zuhülfenahme der bekanntlich sehr geringen Unterschiede in den Löslichkeitsverhältnissen zwischen Karotin und Cholesterin, eine Zerlegung der Substanz in diese Bestandteile herbeizuführen; sie löste sich schon sofort ganz in kleinen Mengen kalten Alkohols und Äthers. Das spezifische Gewicht war weniger als 1, der Schmelzpunkt sehr niedrig; denn schon beim Abpressen der Kristallmasse zwischen Filtrierpapier zerfloß dieselbe so gut wie ganz. Später ist die Karotin- und auch die Cholesterinreaktion der Substanz verschwunden; die orangegelbe Farbe aber blieb, ebenso wie der angenehme, schwache Geruch bestehen.

Die Substanz war frei von Stickstoff und Schwefel, sie verbrannte sehr leicht unter lebhaftem Funkensprühen, mit rußender Flamme, und hinterließ dabei keine Asche. Ohne ihm einen großen Wert beizulegen, will ich hier doch noch das Resultat einer Elementaranalyse mitteilen, die ich zur vorläufigen Orientierung ausgeführt habe:

393 mg der Substanz lieferten 1,119 g CO_2 und 398 mg H_2O, woraus sich ergibt:

$$\begin{array}{rl} & 77{,}65\ \%\ C. \\ & 11{,}25\ \text{„}\ \ H \\ 100 & \overline{11{,}1\ \ \%\ O.} \end{array}$$

Die Frage nach ihrer Natur scheint mir, namentlich mit Rücksicht auf die Beziehung zu den Ölkörpern, interessant genug zu sein, um die Substanz gelegentlich in größerer Menge darzustellen.

Die mit Äther ausgeschüttelte alkalische Flüssigkeit, welche anwesende Säuren und auch Glyzerin erwarten ließ, wurde erst mit Weinsäure übersättigt und mit einem schwachen Dampfstrahl destilliert. Das Destillat zeigte saure Reaktion gegen Lackmus, wurde aber schon von 2 ccm Natronlauge neutralisiert. Flüchtige Säuren waren somit nur in geringer Menge vorhanden.

Die im Destillationskolben zurückgebliebene Masse habe ich darauf einige Mal mit Äther ausgeschüttelt, um nichtflüchtige Säuren, und dann mit Alkoholäther, um vorhandenes Glyzerin zu gewinnen. Der Äther nahm fast alles Chlorophyll in sich auf, der Alkoholäther färbte sich noch schwach grünlich. Der letztere hinterließ bei der freiwilligen Verdampfung nur wenig eines etwas bräunlich gefärbten Rückstandes, der beim Erhitzen mit Monokaliumsulfat deutlich Akroleïngeruch entwickelte. Gly-

[1]) Gérard, Sur les cholestérines végétales. (Compt. Rend. 114. (1892). S. 1544).

zerin war also in geringer Menge anwesend, wie ja auch wohl zu erwarten.

Die grüngefärbte ätherische Lösung der Säuren wurde eingedampft, der Rückstand mit Wasser befeuchtet und Kalilauge hinzugefügt; es löste sich fast alles, und auch der anscheinend sehr resistente Chlorophyllfarbstoff des Mooses ging wieder in die schwach alkalische Lösung über. Erst nachdem die letztere einige Zeit am Licht gestanden hatte, war das Chlorophyll zersetzt, und die filtrierte Lösung war jetzt nur noch bräunlich gefärbt. Sie wurde aufs neue mit Weinsäure übersättigt und mit Äther ausgeschüttelt. Der Äther hinterließ nun 2,7 g einer braunen Masse, der unter dem Mikroskop betrachtet, größtenteils aus Öltröpfchen sich zusammengesetzt zeigte.

Schon bei mäßiger Erwärmung verflüssigte sich das Produkt ganz. Die Reaktion war sauer, der Geruch wieder einigermaßen tranähnlich. Da auch hier durch die geringe Menge an eine eingehende Untersuchung der anwesenden Säuren nicht zu denken war, so habe ich nur noch auf Ölsäure weitergeprüft. Diese Säure ist doch bekanntlich in den meisten nichttrocknenden fetten Ölen aufgefunden worden und zu diesen letzteren dürfte das in den Ölkörpern der Lebermoose vermutete eventuell zu rechnen sein.

Die Substanz wurde in Alkohol gelöst, mit alkoholischem Kali schwach übersättigt, mit Essigsäure wieder angesäuert und dann mit alkoholischer Bleiacetatlösung behandelt. Das Ganze wurde eingedampft und das trockene Residuum mit Äther ausgekocht. Bei der Verdampfung des letzteren ergab sich zwar ein fast weißer Rückstand, der sich aber bei der Verbrennung so gut wie aschenfrei zeigte. Demnach wäre die Anwesenheit von viel Ölsäure ausgeschlossen, ebenso die anderer Säuren, deren Bleisalze in Äther leichtlöslich sind.

Das Ergebnis dieser Versuche konnte somit nicht gerade für die Anwesenheit einer größeren Menge glyzerinhaltigen fetten Öles im Ätherextrakt des Mooses sprechen. Im Gegenteil enthielt das durch die Behandlung mit Äther gewonnene ölige Rohprodukt zunächt ungefähr zu seinem vierten Teil ätherisches Öl, weiter wurde eine geringe Menge eines harzigen Körpers gefunden, und fürs übrige ergab sich, neben viel Chlorophyll und etwas Karotin, ein dauernd gelbgefärbter Körper von noch unbekannter Natur und eine gewisse Menge von Säuren, unter denen aber flüchtige Repräsentanten und Ölsäure nur eine untergeordnete Rolle spielten.

Die Ölkörper als Schutzorgane.

In diesem letzten Abschnitt will ich nun eine Betrachtung über die Zusammensetzung der Ölkörper und ihre Bedeutung für den Organismus der Lebermoose folgen lassen, wie solche zum Teil aus den schon von früher her bekannten Eigenschaften

dieser Gebilde und weiterhin aus meinen eignen Untersuchungen abzuleiten sind. Damit komme ich auf die Beantwortung der uns speziell interessierenden Frage zurück, ob wir die ätherischen Öle der Lebermoose, trotz der früheren Aussage Pfeffers, nicht doch als in den Ölkörpern abgelagert annehmen müssen.

Vergegenwärtigen wir uns zunächst einmal die Tatsachen, zu denen wir früher gelangt sind. In allen untersuchten Lebermoosarten sind mehr oder weniger massenhaft Ölkörper enthalten und alle weisen einen größeren oder geringen Gehalt an ätherischem Öl auf. Die zwei zufällig herausgegriffenen Arten von Laubmoosen, denen Ölkörper abgehen, lieferten bei der Destillation mit Wasser kein solches Produkt. Auffallenderweise enthalten gerade *Metzgeria furcata* und die Wasserform der *Pellia epiphylla* nur wenig ätherisches Öl, *Marchantia polymorpha* und *Fegatella conica* — ebenso auch die später noch von mir destillierten Lebermoose — schon bedeutend mehr, *Mastigobryum trilobatum* aber am meisten.

Die Menge des ätherischen Öles hält somit, im Gegensatz zu derjenige des „fetten Öles", wohl gleichen Schritt mit der für das bewaffnete Auge sichtbaren Masse der Ölkörper. *Fegatella* und *Fimbraria*, bei denen diese Gebilde auch in der Oberhaut des Vegetationskörpers verkommen, riechen im intakten Zustande bereits prägnant nach den aus ihnen abgeschiedenen ätherischen Ölen; jedoch auch hier gewinnt der Geruch, wie bei anderen Arten, an Schärfe, wenn man Stückchen der Pflanze erst zwischen den Fingern zerreibt.

Diese Umstände deuten zum mindesten schon auf eine Beziehung hin zwischen dem Auftreten der Ölkörper und der Anwesenheit von ätherischem Öl.

Nimmt man mit Pfeffer an, daß erhebliche Mengen flüchtiger Produkte nicht in den Ölkörpern enthalten sind, so steht man vor der Frage, wo das oft nicht geringfügige Quantum ätherischen Öles wohl abgelagert sein mag. Wie nachgewiesen, beträgt der Gehalt an diesem Bestandteil z. B. bei *Mastigobryum* 1 % der Trockensubstanz, was kaum viermal weniger ist als die Gesamtmenge des Ätherextraktes, welch letzteres jedenfalls alle öligen Substanzen der massenhaft sichtbaren, großen Ölkörper dieses Mooses enthält.

Von einer Lösung im Zellsafte kann nicht die Rede sein, und ebenso hat eine Imprägnation der Membranen mit dem ätherischen Öl keine Wahrscheinlichkeit für sich. Diese flüchtigen Produkte treten im Pflanzenreich fast durchweg in besonderen Organen oder Zellen auf, wie wir solche in den Ölkörpern und Ölzellen der Lebermoose kennen.

Ich glaube somit, für *Mastigobryum* — und infolgedessen auch für die anderen Lebermoose — schließen zu dürfen, daß das ätherische Öl tatsächlich in den sogenannten Ölkörpern abgelagert ist.

Ohne Zweifel bestehen diese Gebilde aber nicht bloß aus ätherischem Öl. Bei *Mastigobryum* mag das vielleicht für unge-

fähr ein Viertel bis ein Drittel der Fall sein. — Der Einwurf, daß bei dieser Annahme das Volumen der Ölkörper nach einer längeren Erhitzung sichtbar kleiner sein müßte, fällt nicht sehr schwer ins Gewicht. Pfeffer gab schon an, daß sich das Volumen der Ölkörper beim Trocknen der Blätter augenscheinlich verändert, beim Anfeuchten aber wieder zur alten Form zurückkehrt. Er bringt dies mit einem Gehalt an und mit dem Absorptionsvermögen für Wasser in Zusammenhang. Da nun außerdem die Größe der einzelnen Ölkörper unter sich wechselnd ist, so dürfte der Verlust von etwa einem Viertel des öligen Inhalts mikroskopisch wohl nicht gut wahrnehmbar sein.

Bevor ich den weiteren Grund anführe, der mich bei der obengegebenen Auffassung zu unterstützen vermag, will ich erst die Frage nach der Zusammensetzung des übrigen öligen Inhalts der in Rede stehenden Gebilde verfolgen.

Wie aus dem vorausgeschickten Literatur-Überblick erhellt, stimmen alle Reaktionen der Ölkörper — ausgenommen die eine der Nichtflüchtigkeit, — besser mit solchen der ätherischen, als mit denjenigen der fetten Öle überein. Möglich wäre eine Beeinflussung der Löslichkeitsverhältnisse eines anwesenden fetten Öles durch die ätherischen Öle. Auch gibt es fette Öle, die für sich in mäßig verdünntem Alkohol, in Chloralhydratlösung und in Eisessig löslich sind; aber Rizinusöl, das von den früheren Autoren als Beispiel dafür herangezogen wurde, löst sich nicht in Petroläther[1]), nicht mehr in 70 prozentigem Alkohol[2]), und verseift — im weiteren Gegensatz zu dem, was für die Ölkörper bekannt ist — sehr leicht.

Die Möglichkeit einer Balsamnatur wies Pfeffer von der Hand, weil der auf Einwirkung von verdünntem Alkohol zu einem Tropfen zusammengeflossene Inhalt der Ölkörper nach längerer Erhitzung bei 5—7 ° C noch flüssig war und man als Harz einen bei gewöhnlicher Temperatur festen Körper bezeichnet. — Dies ist in letzter Instanz für Pfeffers Annahme eines flüssigen Fettes als Hauptbestandteil der Ölkörper ausschlaggebend gewesen.

Nun hat aber meine, allerdings bis jetzt wenig eingehende Untersuchung des Ätherextraktes von *Mastigobryum* immerhin das Resultat geliefert, daß in demselben „fettes Öl" nicht in überwiegender Menge vorhanden ist. Selbst im entgegengesetzten Falle wäre es nicht leicht zu entscheiden gewesen, inwieweit aufgefundene Glyceride den Ölkörpern entstammten; denn solche Ester findet man ja mehr oder weniger in jedem Ätherextrakt von Pflanzen.

Ich habe versucht, durch Anwendung zweier weiteren Reaktionen über die An- oder Abwesenheit von fettem Öl, und speziell von Trioleïn, in den mehrgenannten Gebilden mikrochemisch eine Entscheidung zu treffen.

---

[1]) Wiesner. Die Rohstoffe des Pflanzenreichs. I. 1900. S. 516.
[2]) Gildemeister und Hoffmann: l. c. S. 269.

Erstens die sogenannte Elaïdinprobe. Ich brachte kleine Stückchen von *Mastigobryum*-Blättern mehrere Stunden lang in eine Atmosphäre von Salpetrigsäureanhydrid (d. h. in die aus Salpetersäure und Kupferspänen entwickelten roten Dämpfe). Eine Erstarrung der Ölkörper ist dabei nicht eingetreten, wohl aber schien der ganze Inhalt jeder Zelle zu einem großen, oft von ein paar kleineren umgebenen gelben Tropfen zusammengeballt, der sich zum größten Teil in Alkohol auflöste. Trocknende Öle und ebenso Rizinusöl erstarren bei der Elaïdinprobe, wenn diese im Reagensglas ausgeführt wird, aber ganz kleine Tröpfchen dieser Öle, die ich zur Kontrolle neben die Fragmente der Moosblätter auf den Objektträger gestellt hatte, waren ebenfalls nicht erhärtet, so daß sich aus dem negativen Ergebnis dieses Versuches nichts Bestimmtes folgern läßt.

Zweitens habe ich dann versucht, unter Zuhülfenahme eines fettspaltenden Agens mich über die hier behandelte Frage genauer zu orientieren. Die fettspaltenden Fermente sind bis jetzt nicht rein dargestellt, weshalb ich mich des bekanntlich sehr stark wirksamen Magensaftes von Krebsen bediente, den ich den Tieren mittelst einer dünnen Glassonde entnahm. — Zunächst habe ich die Wirkung an Butterfett erprobt. Ein wenig Butter wurde geschmolzen und mit erwärmten Wasser geschüttelt, einige Tropfen einer Rosolsäurelösung hinzugefügt und nun so viel verdünnte Natriumcarbonatlösung zugegeben, daß die Farbe deutlich rot war. Die Mischung wurde auf zwei Reagensgläser verteilt, in das eine ungefähr 1 ccm des frischen Krebsmagensaftes hinzugefügt und nun beide Röhrchen in einen Brutschrank (35—40 ° C.) gestellt. Schon nach einigen Stunden war der Inhalt des einen gelbgefärbt, der des anderen war rot geblieben. Somit war die fettspaltende Wirkung des genannten Saftes dargetan. — Nun wurden einige Blattfragmente von *Mastigobryum* mit etwa 1 ccm des Saftes und etwas Wasser übergossen und ebenso mehrere Stunden in den Brutschrank gestellt. Bei der darnach vorgenommenen mikroskopischen Untersuchung konnte ich die Ölkörper in den Zellen nicht mehr wahrnehmen; sie waren offenbar angegriffen und desorganisiert. Indessen ließe sich hieraus ein strikter Beweis für die Anwesenheit von „fettem Öl“ nur dann ableiten, wenn die fettspaltenden Fermente bestimmt keine andere esterartig zusammengesetzte Körper zersetzten[1]).

Man könnte nach der schweren Verseifbarkeit der Ölkörper die Vermutung hegen, daß neben dem ätherischen Öl hauptsächlich cholesterinartige Fette darin vorkommen; denn solche sind ja bekanntlich erst durch alkoholische Kalilauge verseifbar und haben auch ein ziemlich großes Absorptionsvermögen für Wasser. Nehmen wir einmal an, daß die chemische Untersuchung auf die Anwesenheit einer größeren Menge ähnlicher Substanzen im Ätherextrakt hingewiesen hätte. Da müßte man sich aber der neueren

[1]) Oppenheimer, Fermente. 1900. S. 228.

Untersuchungen erinnern, z. B. von Overton[1]) und von Kohl[2]), nach welchen Autoren das Cholesterin im Pflanzenreich allgemein verbreitet ist. Overton nimmt eine Imprägnation der Zellmembranen mit Cholesterin an, und Kohl meint, daß die ölige Grundlage der Chloroplasten aus Phytosterinestern besteht.

Nach diesen Erwägungen muß ich von einer bestimmten Beantwortung der hier erörterten Frage absehen.

Es erübrigt nun, den weiteren Grund anzuführen, der mich in meiner Ansicht unterstützt, daß die ätherischen Öle in den Ölkörpern abgelagert sind.

Die Färbungen durch Osmiumsäure und durch die künstlichen Farbstoffe sind natürlich nicht beweiskräftig, da sie auch von fetten Ölen geteilt werden. Die diffuse Schwärzung des Zellinhaltes durch das erstgenannte Reagens ist nach von Küster auf einen Gehalt an Gerbsäure zurückzuführen und kann auch nicht den ätherischen Ölen zuzuschreiben sein, da sonst z. B. bei *Marchantia polymorpha* doch auch außerhalb der Ölkörper eine Schwärzung eintreten müßte. — Die Färbungen der abgeschiedenen ätherischen Öle mit starken Säuren gelingen mit den Ölkörpern nicht, und ebenso ist die Reaktion von Mesnard[3]) für unseren Zweck nicht zu verwenden. Die letztere besteht bekanntlich darin, daß man die betreffenden Objekte im Hängetropfen von stark zuckerhaltigem Glyzerin der Einwirkung von Salzsäuredämpfen aussetzt; ätherische Öle sollen dabei goldgelbe Tröpfchen geben, die später verschwinden, während fette Öle diese Erscheinung nicht zeigen. — Auch die von Overton[4]) empfohlenen wasserlöslichen Anilinfarbstoffe haben mir keine Auskunft gegeben. Ich brachte kleine Blattstückchen von *Mastigobryum* in schwache Lösungen von Rosanilin- und von Methylenblauchlorid; die Membranen der Zellen wurden schon eher rot und blau als die Ölkörper, aber auch diese färbten sich nach längerer Zeit. Tröpfchen der ätherischen Lebermoosöle selbst, in solche Lösungen gebracht, hatten aber nach 24 Stunden keine merklich sichtbare Menge dieser Farbstoffe absorbiert. — Die Einwirkung von Bromwasser auf die Ölkörper gibt gleichfalls keinen richtigen Anhaltspunkt. Durch dasselbe quellen diese Gebilde sehr stark auf und bekommen körniges Aussehen; allein, die Fette vermögen ebenso Brom zu binden, und tatsächlich trat die erwähnte Veränderung auch bei länger erhitzt gewesenen Objekten ein.

Dagegen ist es das biologische Verhältnis der Ölkörper, das wohl für meine Auffassung mitspricht. Das Auftreten von ätherischen Ölen bei den zarten Lebermoosen im Gegensatz zu der Abwesenheit dieser Substanzen bei den derberen und ölkörperfreien Laubmoosen, das frühzeitige Entstehen und die aplastische

---

[1]) Overton: Jahrb. f. wissensch. Bot. (34). 1900. S. 669.

[2]) Kohl, F. G. Unters. über das Carotin und seine phys. Bedeutung. 1902. S. 120—121.

[3]) E. Mesnard: Comptes Rendus. Tome 115. (1892). S. 892.

[4]) Overton: l. c. S. 697—699.

Natur der Ölkörper, ihre Verteilung in der Pflanze, wo sie nicht vorhanden sind in den wenig zugänglichen Sporen und Rhizoïden und im übrigen öfters eine Neigung zu peripherischer Anhäufung aufweisen. Dies alles sind Gründe, die auf eine Schutzfunktion der Ölkörper hindeuten und früher Stahl die Veranlassung zu ihrer Bezeichnung als „Schutzkörper" gegeben haben. Es ist noch besonders daran zu erinnern, daß die Ölkörper, nach Stahl, unter den einheimischen Arten bloß bei den *Nostoc*-haltigen *Blasia* und *Anthoceros* fehlen, und die Kolonien dieser Alge ganz und gar von den Schnecken verschont bleiben.

Da nun im Vorhergehenden gezeigt worden ist, daß ein Parallelismus besteht zwischen der Anwesenheit der Ölkörper und dem Auftreten von ätherischen Ölen, so dürfte gesagtes biologische Verhältnis für sich schon die Annahme rechtfertigen, daß die genannten, als Schutzstoffe wirksamen Bestandteile auch in den Schutzkörpern abgelagert sind.

Vorliegende Arbeit wurde im Botanischen Institut der Universität Jena begonnen und nachher zum größten Teil im Agrikulturchemischen Laboratorium ausgeführt.

Am Schluß derselben sei es mir gestattet, meinen hochverehrten Lehrern, den Herren Professor Dr. Stahl und Professor Dr. Immendorff, den herzlichsten Dank für ihre hochgeschätzte Anregung und ihr liebenswürdiges Entgegenkommen auszusprechen.

Jena, April 1903.

Zur Deutung der Phyllokladien der *Asparageen.*

Von

J. Velenovský, Prag.

(Mit Tafel 4.)

In einer böhmisch verfaßten Abhandlung „Über die Phyllokladien der Gattung *Danaë*". Prag 1892 (böhm. Akademie) wurden gewichtige Einwände gegen die Kaulomtheorie der bekannten Phyllokladien der *Asparageen* veröffentlicht, welche jedoch von den botanischen Kreisen entweder unbeachtet gelassen oder unrichtig aufgefaßt worden sind. So liest man in den Nachträgen von Englers Pflanzenfamilien, daß meine Abhandlung die Phyllokladien von *Ruscus* für Blätter erklärt, während die Abhandlung Celakovskýs dieselben als Kaulome bezeichnet. So etwas habe ich wohl in meiner Arbeit nirgends gesagt.

Ich wiederhole daher in vorliegender Abhandlung in Kürze alles, was ich in der oben zitierten Publikation angeführt habe, und füge noch mehrere höchst bemerkenswerte neue Beobachtungen hinzu, durch welche sämtliche theoretische Anschauungen in der Abhandlung Celakovskýs (Über die Kladodien der *Asparageen*, Prag, böhm. Akademie, 1893) sich als unrichtig herausstellen.

Meine oben zitierte Arbeit habe ich auf Grundlage dreier Momente verfaßt: 1) Bei wild wachsenden Pflanzen von *Ruscus Hypoglossum* L. beobachtete ich nicht selten, daß die Braktee, welche auf dem Phyllokladium in der Mediane die Infloreszenz unterstützt, so groß und so gestaltet ist, daß sie dem oberen Teile des Phyllokladiums vollständig gleich ist, so daß man nicht sagen kann, was das Phyllokladium und was die Braktee ist. 2) Die breiten, echten, grundständigen Blätter von *Danaë racemosa* Mönch sind in jeder Beziehung den astständigen Phyllokladien auffallend ähnlich. 3) Die eine in der Traube stehende Blüte von *Danaë racemosa* mit ihrer adossierten Braktee ist gleich dem blütentragenden Phyllokladium von *Ruscus*.

Diese Umstände schienen mir so überzeugend zu sein, daß ich die flachen, blattartigen und blütenlosen Phyllokladien von *Danaë* für echte Blätter und die blütentragenden Phyllokladien von *Ruscus* für flügelartig gesäumte Achsen erklärte, welche in eine Infloreszenz enden und von zwei Brakteen gestützt werden, von denen eine gewöhnlich viel größer wird und mit der unteren flügelartigen Achse zusammenfließt. Dieses Gebilde habe ich dann mit dem blühenden Stengel von *Juncus communis* verglichen.

Nicht lange nach der Veröffentlichung meiner Abhandlung erschien die Arbeit Celakovskýs (l. c.), in welcher er meine Anschauungen für unrichtig erklärt, was er besonders auf Abnormitäten von *Ruscus* „auf sehr leichte Weise" (wie er selbst sagt) auf 63 Seiten dichten Druckes beweist.

Wenn wir die Phyllokladien von *Phyllocladus* oder von *Xylophylla* mit den Phyllokladien von *Danaë* und *Ruscus* vergleichen, so sehen wir auf den ersten Blick wesentliche Unterschiede. Die regelmäßige Anordnung der Brakteen und Seitenknospen, die Orientation derselben, sowie die anatomischen Verhältnisse bei den genannten zwei Gattungen lassen uns keinen Augenblick im Zweifel, daß sie tatsächlich nur verflachte Kaulome darstellen. Übrigens bestätigen auch die Übergänge an den rundlichen normalen Seitenachsen diese Deutung auf jedem normalen Individuum.

Anders verhalten sich die Phyllokladien von *Ruscus* und *Danaë*. Bei *Danaë* sind alle Phyllokladien blütenlos, ohne Brakteen und ohne grundständige adossierte oder seitliche Brakteen, ganz ebenso die sterilen Phyllokladien von *Ruscus*. Hier haben wir keinen Anhaltspunkt, um dieselben für Phyllome oder Kaulome zu erklären. Nur der Umstand bleibt verdächtig, daß sie aus der Achsel einer Braktee hervortreten, obzwar sie in jeder Hinsicht einem Blatte ähneln. Bei der Gattung *Ruscus* sitzen weiter bei den blühenden Phyllokladien die Infloreszenzen auf der Fläche in der Mitte und bei *Semele* bald auf der Fläche, bald am Rande des Phyllokladiums. Wenn der Flachsproß von *Ruscus* ein echtes Phyllokladium wäre, so würde man die Inflorenszenz eher auf der Spitze des Phyllokladiums als auf der Fläche erwarten.

Die Tatsache ferner, daß bei dem *Ruscus Hypoglossum* die die Inflorescenz stützende Braktee nicht selten (also normal!), was die Form, Nervation und Lage betrifft, vollkommen der oberen Partie des Phyllokladiums ähnlich ist, beweist das nicht abzuleugnende Faktum, daß die Stützbraktee und die obere Partie des Phyllokladiums morphologisch homolog sind.

Wofür sollen wir daher das Phyllokladium von *Danaë* und das blühende und das nichtblühende Phyllokladium von *Ruscus* halten?

Betrachten wir zunächst die Blütenstände und die Phyllokladien von *Danaë*. Diese Gattung trägt auf derselben verlängerten Achse (Fig. 1, 2, *o*) häufige Brakteen (*B*), in deren

Achsel unten nackte, brakteenlose und blütenlose Phyllokladien (*k*') hervortreten, oben aber aus der Achsel derselben Brakteen einzelne, gestielte Blüten (*o*') hervorwachsen. Jede Blüte hat eine adossierte Braktee (*a*). Dabei mag es nicht unbeachtet bleiben, daß die seitenständigen Äste auf dem Stengel sämtlich transversal orientierte Brakteen besitzen — eine morphologische Eigentümlichkeit, welche nur bei der Gattung *Dracaena* und bei den *Dioscoreaceen* unter den Monokotylen bekannt ist. Diese transversale Orientation der ersten Brakteen auf den Seitenzweigen ist allgemein bei den *Asparageen* verbreitet. Es ist daher bemerkenswert, daß die Blütenbraktee bei *Danaë* eine adossierte Stellung behält.

Vergleichen wir das blühende Phyllokladium von *Ruscus* mit der Gattung *Danaë*, so sehen wir, daß aus der Achsel einer Stengelbraktee (Fig. 3, 4, *B*) ein Phyllokladium (*k*) hervortritt, welches auf der Oberseite oder auf der Unterseite eine Braktee (*a*) trägt, in deren Achsel sich die wickelartige Infloreszenz entwickelt (*o*'). Nehmen wir nun den Fall an, wo die Braktee (*a*) in der Größe der oberen Partie des Phyllokladiums (*b*) gleicht, so braucht man dazu keine große Phantasie zu haben, um zu erkennen, daß hier die terminale Infloreszenzblüte der Blüte von *Danaë* und die adossierte Stützbraktee der adossierten Braktee (Fig. 1, *a*) bei *Danaë* gleicht. Wie bei anderen Blüten folgt der ersten adossierten Braktee noch eine zweite, dritte usw. gegenständige Braktee, welche bei *Danaë* zu ergänzen ist (Fig. 1, *b*), bei *Ruscus* aber als oberer flacher Teil des Phyllokladiums erscheint (Fig. 3, *b*).

Diese Deutung normaler Verhältnisse bei *Danaë* und *Ruscus* wird auf die prächtigste Weise durch zwei abnormale Fälle von *Ruscus Hypoglossum* (Fig. 10, 11) bestätigt, welche ich bereits dieser Tage im botanischen Garten der böhm. Universität gefunden habe.

Der erste Fall (Fig. 11) stellt uns ein Phyllokladium vor, wo sich das Phyllokladium oberhalb der Infloreszenz in zwei zugespitzte Zipfel teilt, so daß die Infloreszenz in der Gabel derselben sitzt. Die Infloreszenz wird in der Mediane von zwei gleichen Brakteen (*a*, *b*) gestützt. Es sind dies also die zwei Brakteen, welche wir oben theoretisch vorausgesetzt haben.

Der zweite Fall (Fig. 10) stellt uns ein Phyllokladium vor, wo oberhalb der Infloreszenz das Phyllokladium so geteilt ist, daß es selbst von den Rändern des einen Zipfels von oben und von den Rändern des anderen Zipfels von unten teilweise gedeckt wird. Dabei sieht man auf dem einen Zipfel zwei Spitzen (*a*, *k*) und vom Ausschnitte derselben eine erhabene herablaufende Leiste (*e*), durch welche die adossierte Braktee des ersten Falles (Fig. 11) schön markiert wird. Dasselbe findet man auf dem anderen Zipfel, wo also durch *b*) die gegenständige Braktee markiert wird, obwohl sie hier vollständig mit dem Phyllokladium verwachsen ist.

Aus diesen zwei Fällen ist es nun ganz klar, daß das blühende Phyllokladium von *Ruscus* aus einer flügelartig gesäumten und die untere Partie unterhalb der Infloreszenz einnehmenden Achse und aus einer von den zwei gegenständigen die Infloreszenz in der Mediane stützenden Brakteen zusammengewachsen ist.

Wir müssen uns daher die Entstehung des blühenden Phyllokladiums von *Ruscus* folgenderweise vorstellen: Die Blüte von *Danaë* wird zu einer Wickel bereichert, die adossierte Braktee ein wenig vergrößert und das Ganze, wie es ist, allmählich aus der Achsel der Braktee (Fig. 1, *B*) herausgezogen. Die herausgezogene Achse wird von den herablaufenden Rändern einer von den zwei Brakteen flügelartig gesäumt. Demzufolge erscheint tatsächlich die Infloreszenz bei *Ruscus Hypoglossum* und *R. Hypophyllum* bald auf der Oberseite, bald auf der Unterseite des „Phyllokladiums", je nachdem, ob die adossierte oder die gegenständige Braktee größer wird. Also beide Fälle sind normal. Čelakovský sagt dagegen irrtümlich, daß die auf der Unterseite stehende Infloreszenz einen abnormalen Fall vorstellt.

Das die Achsen (Zweige, Stengel) bei *Ruscus* die Neigung zur flügelartigen Umsäumung haben, zeigen schön die Äste und besonders der obere Stengelteil, welche nicht selten breit geflügelt erscheinen.

Diese Deutung des Phyllokladiums von *Ruscus* ist am nächsten derjenigen, welche zuerst Koch in seiner Synopsis gegeben hat. Koch hält nur das ganze Phyllokladium für ein Blatt, zu welchem die Infloreszenz mit ihrer Braktee angewachsen ist. Unsere Deutung wird auch durch anatomische Verhältnisse des Phyllokladiums von *Ruscus* am besten bestätigt, wie es zuerst Duval-Jouve und Van Tieghem nachgewiesen haben. Schon bei oberflächlicher Beobachtung sieht man leicht, daß die Mittelrippe, welche unter der Infloreszenz herabläuft, sehr stark ist, während die Mittelrippe oberhalb derselben sehr dünn bis zur Spitze des Phyllokladiums verläuft. Die genannten Forscher fanden auch tatsächlich, daß die starke untere Rippe ringförmig gestellte Gefäßstränge wie bei einem Stengel, die schwache obere Rippe aber in eine Fläche gestellte Gefäßstränge wie bei einem Blatte besitzt. Ja, es ist sogar die Xylempartie dieser Gefäßstränge zur stützenden Stengelbraktee gekehrt, was ganz natürlich ist, weil die beiden, die Infloreszenz stützenden Brakteen als Blätter zur Achse der Zentralblüte der Infloreszenz orientiert sein müssen.

Bei der Gattung *Semele* sind die oben beschriebenen Verhältnisse mehr kompliziert. Die Infloreszenzen sind hier nicht selten zahlreich, unregelmäßig am Rande des Phyllokladiums gestellt. Wenn eine Infloreszenz auch terminal am Phyllokladium sitzt, so ist das Phyllokladium in zwei Spitzen geteilt — derselbe Fall, wie bei *Ruscus* Fig. 10, 11. Auch die seitlichen Infloreszenzen werden von einem gekrümmten Zipfel teilweise gedeckt, wie bei den genannten *Ruscus*-Fällen. Hier ist nur der

zur Fläche des Phyllokladiums fallende Zipfel mit dem Phyllokladium vollkommen verschmolzen. Jede Infloreszenz von *Semele* mit ihren Zipfeln und Brakteen ist gleich einem blühenden Phyllokladium von *Ruscus*, und alle diese Phyllokladien sind in der Fläche zusammengewachsen. Oder anders gesagt, im Sinne unserer Theorie: Die Infloreszenz von *Semele* verzweigt sich in ein- oder zweischenkelige Cymen, welche in eine wickelartige Infloreszenz enden, und diese Infloreszenz wird von zwei Brakteen gestützt, welche mit dem flügelartig verbreiteten unteren Stengelteil zusammenfließen.

Diese Deutung wird am besten durch den Verlauf der stark hervortretenden Rippen (Fig. 5, *r*), welche in eine Infloreszenz enden, bestätigt. Der einfache Fall bei der Blüte von *Danaë* wird bei *Ruscus* mehr zusammengesetzt und bei *Semele* noch in höherem Grade kompliziert.

Es ist nun die Frage, wofür man die nichtblühenden, seitenständigen und die nichtblühenden terminalen Phyllokladien von *Ruscus* und *Danaë* zu halten habe. Bei *Danaë* wird regelmäßig das terminale Phyllokladium nicht entwickelt, und die seitenständigen sind durchweg steril. Daß die letzteren mit den sterilen Phyllokladien von *Ruscus* identisch sind, ist wohl unzweifelhaft. Das Phyllokladium von *Danaë* (Fig. 1, *k'*) kann, oder besser gesagt, muß homolog sein mit der Blüte *o'*) (Fig. 1) oder mit der Braktee *a*) (Fig. 1, 2) oder mit beiden zusammen. Kein anderer Fall ist zulässig. Es ist weiter homolog mit dem sterilen Phyllokladium von *Ruscus*.

Das sterile Phyllokladium von *Ruscus* zeigt, wie es Van Tieghem gefunden hat, anatomische Verhältnisse eines Blattes. Die ganze flache Partie des Phyllokladiums hat gleich orientierte Gefäßstränge wie die obere Partie des fertilen Phyllokladiums, nur dicht am Grunde im verdickten kurzen Stiele sind die Gefäßstränge ringförmig geordnet. Nach diesen anatomischen Verhältnissen wäre das ganze sterile Phyllokladium von *Ruscus* und *Danaë* ein Blatt, die stielartige Basis ausgenommen. Wenn wir angenommen haben, daß das blühende Phyllokladium von *Ruscus* durch das Herauswachsen der blütentragenden Achse entstanden ist, so müssen wir wirklich das sterile Phyllokladium nur für ein einfaches Blatt halten, welches der verkümmerten die Infloreszenz tragenden Achse angehört und infolge der Verkümmerung der letzteren die terminale Stellung eingenommen hat. Wir haben daher hier einen achselständigen Kurztrieb (Brachyblast), welcher in ein terminales Blatt endet.

Celakovský ereifert sich gegen diese Anschauung und stellt gegen dieselbe seine Kaulomtheorie der Phyllokladien, oder besser gesagt, seine Anaphytentheorie.

Celakovský behauptet, daß bisher nirgends im Pflanzenreiche ein Fall bekannt ist, wo ein vegetatives Blatt eine echt terminale Stellung einnimmt. Die Fälle, wo ein Blatt eine terminale Stellung einnimmt, sobald die oberhalb derselben stehende terminale Knospe oder der Vegetationsgipfel verkümmert, sind

sehr häufig. Jeder kann diese terminalen Blätter an der gemeinen Fuchsie beobachten, wenn die Blätter statt der gegenständigen die abwechselnde Stellung einnehmen und die Gipfelknospe gleichzeitig verkümmert. Hier ist wohl das „terminale" Blatt den anderen Blättern vollkommen gleich und birgt regelmäßig an der Stielbasis die verkümmerte Gipfelknospe, so daß hier keine wirklich terminale Stellung eines Blattes angenommen werden kann. Bei *Sciadopitys* sind es zwei Blätter, welche den Kurztrieb beenden. Ein tatsächlich vegetatives terminales Laubblatt besitzt aber die *Pinus monophylla* Torr.! Ich habe diesen Winter die interessanten Nadeln der erwähnten *Pinus*-Art anatomisch untersucht und gefunden: 1) das einzige Nadelblatt entspricht nur einem Blatte, 2) im entwickelten Stadium findet man keine Spur von einer Endknospe des Kurztriebes, 3) die Verteilung der Gefäßstränge und des Blattgewebes zeigt weder eine Orientation zum Kurztriebe noch eine Zusammensetzung aus zwei Blättern. Dieses Nadelblatt ist daher ein echtes terminales Laubblatt — ein Beispiel — welches Celakovský nicht bekannt war.

Auch die Fruchtschuppe der *Abietineen* stellt uns einen ähnlichen Fall dar, wie die Kurztriebe von *Ruscus*. Diese Vergleichung wurde auch wirklich von einigen Autoren gemacht.

Celakovský hat auch ein anderes, für die Phyllokladien der *Asparageen* höchst beachtenswertes Moment in der verwandten Gruppe der *Liliaceen* nicht beachtet. Die Gattungen *Polygonatum* und *Uvularia* besitzen bekanntlich seitenständige grüne Laubblätter am verlängerten Stengel. Die Endknospe des Stengels ist jedoch regelmäßig verkümmert und die terminale Stellung (als Stengelbeendung) nimmt das letzte Blatt ein. In einigen Fällen kann man am Stielgrunde überhaupt keine Spur der Endknospe finden. Sehr interessant ist es bei *P. verticillatum*, wo die Endknospe stets unterdrückt ist, und wo hier und da das letzte Blatt eine vollkommen endständige Stellung einnimmt. Diese Erscheinung erinnert lebhaft an das sterile terminale „Phyllokladium" von *Ruscus*.

Wenn wir das seitenständige sterile Phyllokladium von *Ruscus* für ein echtes Laubblatt halten, so müssen wir konsequent auch das terminale Phyllokladium, welches durchweg steril vorkommt, für ein Blatt ansehen, welches infolge der Verkümmerung der Endknospe des Stengels die terminale Stellung eingenommen hat — eigentlich derselbe Fall, wie bei dem oben erwähnten *Polygonatum*. Mir wenigstens scheint es viel natürlicher und begreiflicher zu sein, wenn wir annehmen, daß der lange, verzweigte Stengel mit einem terminalen Blatte endet, als daß der lange, verzweigte Stengel am Ende flach und blattartig erweitert sei. Überall, wo echte laubartige Phyllokladien vorkommen (z. B. *Phyllocladus*) sind es ganze Achsen, welche auf diese Weise umgewandelt erscheinen.

Die blattartige Natur des flachen „Phyllokladiums" von *Danaë* wird auch durch die auffallende Ähnlichkeit desselben

mit den flachen, convallarienartigen Blättern bestätigt, welche sich nicht selten an der Stengelbasis statt der einfachen häufigen Schuppen entwickeln, wie dies zuerst Askenasy (1872) beschrieben hat und welche ich in meiner Abhandlung (l. c.) anschaulich abgebildet habe. Die Blattspreite dieser echten Blätter ist so auffallend dem „Phyllokladium" von *Danaë* ähnlich, daß wir schon aus dieser Ähnlichkeit auf ihre Homologie urteilen müssen. Es ist auch begreiflich, daß ein Blatt, welches auf der ganzen Pflanze zur Schuppe reduziert wurde, wenn es eine terminale Stellung auf einer Achse allein einnehmen soll, sich mächtig in seiner ursprünglichen Form entwickelt.

Die blattartige Natur der sterilen Phyllokladien von *Ruscus* und *Danaë* erhellt weiter aus der Vergleichung mit der Gattung *Asparagus* und *Myrsiphyllum*. Celakovský führt diese zwei Gattungen als den besten Beweis für seine Kaulomtheorie der Phyllokladien von *Ruscus* an; wir halten diese zwei Gattungen umgekehrt für die größte Stütze unserer Blattheorie der Phyllokladien von *Ruscus*.

Vergleichen wir nun, was wir im blühenden und nicht blühenden Stadium bei *Asparagus* und *Myrsiphyllum* in der Achsel einer Stengelschuppe finden mit denselben Organen in der Achsel einer Stengelschuppe von *Ruscus* und *Danaë*.

Die Gattungen *Myrsiphyllum* und *Asparagus* sind in jeder Beziehung nahe verwandt, so daß es ganz gerechtfertigt ist, wenn die erstere als Subgenus zum *Asparagus* gestellt wird. Die Stengel dieser Gattungen sind stets reichlich verzweigt, die starken Zweige am Hauptstengel sind überall von häutigen Blattschuppen gestützt. Sie tragen regelmäßig am Grunde sehr kleine, skariöse, transversal gestellte Schuppen (Fig. 8, 9, *a*, *b*). Beim *Asparagus* verschwinden hier und da diese Schuppen, obwohl man sie voraussetzen muß, weil am Grunde zwei Seitensprosse hervortreten. Bei *Myrsiphyllum* ist überall nur eine Schuppe auf einer Seite entwickelt und regelmäßig nur auf einer Seite ein Seitensproß. Die beiden Seitensprosse tragen an der Basis wieder eine transversale Schuppe usw., so daß eine Wickel entsteht.

Auf den dünnen Zweigen des letzten Grades bei *Asparagus* findet man statt des mittleren Seitenzweiges ein einfaches nadelartiges Kladodium und statt der weiteren Ästchen auch nadelartige, wickelartig geordnete Kladodien. Auf den stärkeren Zweigen ersten Grades sowie am Hauptstengel sind gewöhnlich statt der Seitenzweige gestielte Blüten entwickelt und zwar so, daß stellenweise auf einer Seite die Blüte, auf anderer Seite ein Kladodium steht. Dieser Umstand, sowie auch die seltenen Fälle, wo ein Kladodium mit einer verkümmerten Blüte endet, lassen nicht daran zweifeln, daß die nadelartigen Kladodien von *Asparagus* Achsensprosse sind.

Bei *Myrsiphyllum* entwickeln sich am Hauptstengel die Seitenzweige aus der Achsel der einzigen Seitenschuppe auch in wickelartiger Anordnung. Auf Seitenzweigen, sowie am Ende

des Hauptstengels vertritt jedoch den ersten Seitenzweig ein laubartiges, flaches Kladodium (Fig. 6, 7, *m*). Endlich auf dünnen Zweigen finden wir nur die flachen Kladodien, welche jedoch überall an der Basis eine sehr kleine skariöse transversale Schuppe tragen. Wenn es blühende Zweige sind, so entwickelt sich aus der Achsel dieser Schuppe eine Blüte, welcher noch eine andere wickelartig (oder vielmehr schraubelartig) folgt (Fig. 6, 7, *o'*).

Vergleichen wir diese Verhältnisse mit den entsprechenden Verhältnissen bei den Gattungen *Ruscus* und *Danaë*, so finden wir, daß die transversale Stellung der Schuppen bei *Asparagus* und *Myrsiphyllum* den Seitenzweigen am Hauptstengel von *Ruscus* und *Danaë* entspricht. Der Hauptzweig bleibt bei *Asparagus* und *Myrsiphyllum* auch auf den dünnen Seitenästen vegetativ in Form eines Kladodiums (Fig. 6—9, *m*, *m'*) und erst die Seitenästchen werden blühend (Fig. 6—9, *o'*). Bei *Ruscus* und *Danaë* wird aber der Hauptzweig (Fig. 1—4, *o'*) zur Blüte, welcher bei *Ruscus* noch andere, wickelartig geordnete Blüten folgen.

Celakovský hat diese höchst wichtigen Verhältnisse bei den blühenden und nicht blühenden Achsen der vier Gattungen nicht im Augenmerk behalten. Und das war auch die Ursache, warum er das blühende „Kladodium" von *Ruscus* mit dem echten Kladodium von *Myrsiphyllum* identifiziert hat. Die Ähnlichkeit der beiden Gattungen ist wohl sehr groß, die Orientation der Schuppen und der Blüte zur Mutterachse und zum Stützblatt sowie die Stellung der Kladodien jedoch ganz verschieden.

Die achselständige Blüte von *Danaë* hat ihre erste Schuppe in adossierter Stellung! Die erste Blüte der Infloreszenz von *Ruscus* hat ihre erste Schuppe ebenso in adossierter Stellung, oder, wenn wir mit Celakovský sprechen wollen, hat das „Kladodium" von *Ruscus* seine erste Schuppe in adossierter Stellung oder wenigstens in der Mediane! Nirgends kommt bei *Ruscus* der Fall vor, daß das blühende oder nichtblühende „Kladodium" eine transversale skariöse Schuppe besäße, welches Moment im Verhältnisse zum Myrsiphyllum von der größten Wichtigkeit ist, welches Moment aber Celakovský ganz unbeachtet gelassen hat.

Celakovský wollte alle Gattungen der *Asparageen* nach gleichem Muster uniformieren, infolge dessen mußte er das „Kladodium" von *Ruscus* für eine terminale vegetative Achse wie bei *Myrsiphyllum* erklären und die Infloreszenz von *Ruscus* seitlich zum „Kladodium" stellen. Wir haben aber gesehen, daß dem Kladodium von *Myrsiphyllum* nicht ein Kladodium von *Ruscus* sondern die Infloreszenz entspricht.

Wir stellen nun folgende Fakta zusammen: 1) die adossierte Braktee an der Blüte von *Danaë*, 2) die adossierte Braktee am blühenden „Kladodium" von *Ruscus*, 3) den normalen Fall bei *Ruscus Hypoglossum*, wo die Stützbraktee am „Kladodium" so groß ist, daß sie der oberen Partie des „Kladodiums" ähnelt, 4) den abnormalen Fall bei derselben Art, wo sich die zwei

Brakteen in der Mediane allmählich vom „Kladodium" trennen, 5) den weiteren abnormalen Fall bei derselben Art, wo die zwei Brakteen kleiner werden, bis sie die Form der echten Brakteen in der Infloreszenz annehmen und sich sogar denselben phyllotaktisch anschließen, 6) die Infloreszenz von *Ruscus*, welche in allen abnormalen Fällen terminal steht.

Aus diesen Fakten muß jeder denkender Botaniker notwendig den Schluß ziehen, daß die Infloreszenz auf den „Kladodien" von *Ruscus* ebenso terminal wie bei der Gattung *Danaë* sei, während die ähnliche Infloreszenz bei *Myrsiphyllum* und *Asparagus* seitlich ist. Infolge dessen kann das Kladodium von *Myrsiphyllum* mit dem blühenden „Kladodium" von *Ruscus* überhaupt nicht verglichen und identifiziert werden.

Gegenüber diesen Tatsachen stellt Celakovský eine phantastische, gewaltig an den Haaren herbeigezogene Theorie, derzufolge er auch die Stützbraktee am blühenden Kladodium von *Ruscus* für ein Kladodium erklärt! Celakovský bestätigt nämlich meine Beobachtung, daß die Stützbraktee beim *R. Hypoglossum* nicht selten der oberen Partie des Kladodiums vollkommen gleicht und daher mit derselben homolog sein muß. Weil er aber glaubte, daß er bei *R. aculeatus* auf den terminalen Kladodien ihre kaulomartige Natur nachgewiesen hat, so hat er auch angenommen, daß die blühenden Kladodien von *R. Hypoglossum* echte Kladodien seien. Nachdem nun die Stützbraktee homolog mit diesem Kladodium ist, so muß sie folglich auch ein Kladodium sein!

Um diese phantastische Theorie auf irgend eine Weise denkbar zu machen, hat Celakovský seine Zuflucht zur anaphytosen Theorie Schultzes genommen. Er hat also eine Theorie durch eine andere Theorie begründet.

Celakovský hatte von *R. Hypoglossum* nur solche Abnormitäten (er zeichnet sie auch), wo das Kladodium in zwei Zipfel geteilt ist. Er folgerte so: der eine Zipfel stellt ein Kladodium vor, der zweite ebenfalls. In diesem zweiten ist aber auch die Stützbraktee enthalten, welche im normalen Stadium ihre seitliche Stellung verläßt und sich in die Mediane stellt. Also, um die mediane Stellung der Braktee zu erklären, muß sie Celakovský aus der transversalen in die mediane Stellung wandern lassen! Wir haben oben bemerkt, daß in diesem Falle beide Zipfel (Fig. 10) mit ihren basalen Rändern bis unter die Infloreszenzknospe reichen — also daß sie tatsächlich die mediane Stellung einnehmen. Sie brauchen daher gar nicht zu wandern, um diese Stellung zu erlangen.

Celakovský kannte unsere abnormalen Fälle (Fig. 10, 11) nicht, er wußte daher auch nicht, daß hier nicht eine, sondern zwei Brakteen vorstehen, und daß sich dieselben vom übrigen Kladodium trennen, um allmählich in die Brakteen der Infloreszenz überzugehen. Diese zwei Fälle allein stürzen die ganze Anaphytentheorie Celakovskýs um.

Wir haben oben gesagt, daß Celakovský die kaulomartige Natur der Kladodien von *Ruscus* durch die Mißbildungen an den terminalen Kladodien von *R. aculeatus* nachweist. Betrachten wir diese Abnormitäten näher.

Celakovský schließt aus den herablaufenden Blattspuren, aus dem flügelartig herablaufenden Rande des terminalen Kladodiums, aus den dreiflügeligen terminalen Kladodien und aus der Stellung der 5 letzten Seitenkladodien, daß das terminale Kladodium aus 5 Kladodien oder Gliedern zusammengesetzt sei. Ich untersuchte alle von Celakovský beschriebenen Fälle (sie sind übrigens am *R. aculeatus* keine Seltenheit) und muß aufrichtig bekennen, daß ich nicht imstande bin aus diesen Abnormitäten ein fünfgliedriges terminales Kladodium herauszufinden. Wenn ein terminales Kladodium einseitig herabläuft (Fig. 12), so finde ich darin nur die Bestätigung meiner oben erwähnten Beobachtung, daß überall die evidenten Stengelteile durch das Herablaufen der Kladodien die Neigung zur flügelartigen Erweiterung offenbaren. Die terminalen Kladodien laufen manchmal bis zum zweiten Kladodium herab. Fast durchweg läuft nur der eine Kladodiumrand herab, während der andere Rand sich normal kurz zur Basis verschmälert — aus dem einfachen Grunde, weil unter dem Rande ein Seitenkladodium steht und das Herablaufen des Randes verhindert. Celakovský sieht aber darin das Abtrennen eines Gliedes vom terminalen Kladodium. Die Seitenkladodien laufen überhaupt nicht herab, die erhabenen Kanten am Stengel gehören als herablaufende Spuren den Rändern und den Mittelrippen der Stützbrakteen. Es ist daher unmöglich, daß die Seitenkladodien als Glieder den Stengelteil, auf dem sie sitzen, zusammensetzen.

In dem dreiflügeligen terminalen Kladodium sehe ich weiter nichts anderes, als ein gewöhnliches Kladodium, welches einen kielig oder flügelartig erhabenen Mittelnerv besitzt. Man findet zahlreiche Übergänge (auch auf den Seitenkladodien) bis zum normalen, nicht erhabenen Mittelnerven.

Bei *Ruscus Hypoglossum* kommen auch solche oberirdische Stengel vor, welche mit nur einem Kladodium abschließen, welches breit und weit herabläuft und in der unteren Partie eine Braktee trägt, aus deren Achsel ein Seitenkladodium entspringt. Sehr selten kommen weiter solche terminale Kladodien vor (Celakovsky beschreibt selbst ein solches), wo das terminale Kladodium auch eine Braktee in der Fläche trägt, in deren Achsel die Infloreszenz sitzt. Nach der Theorie Celakovskýs, daß die Brakteen, welche in der Fläche eines Kladodiums sitzen, auch (verkümmerte) Kladodien sind, muß notwendig in den zwei bereits beschriebenen Fällen die Braktee auf dem terminalen Kladodium ebenfalls ein Kladodium sein! Weil aber diese Brakteen am terminalen Kladodium (welches nur die Beendung des Hauptstengels darstellt) den übrigen Stengelbrakteen homolog sind, so müssen notwendig alle stengelständigen Brakteen, alle grundständigen Schuppen am Stengel und sogar die konvallarien-

artigen grundständigen Blätter von *Danaë* Kladodien sein! Diese Konsequenz ist unvermeidlich, wenn wir die Theorie Čelakovskýs zugrunde legen. Dann trägt überhaupt die ganze Pflanze aller Gattungen der *Asparageen* lauter Kladodien und keine Blätter.

Ich hebe noch einmal nachdrücklich hervor, daß Čelakovský der adossierten Braktee auf dem Blütenstiele der *Danaë* keine Aufmerksamkeit gewidmet hat. Wenn seine Theorie, daß die auf einem Kladodium von *Ruscus* sitzende Braktee ein Kladodium ist, richtig wäre, so muß man notwendig auch jene adossierte Braktee von *Danaë* für ein Kladodium erklären, weil die Blüte von *Danaë* der Infloreszenz von *Ruscus* und die adossierte Braktee der die Infloreszenz stützenden Braktee gleicht.

Zu allen diesen Konsequenzen gelangen wir mit der Theorie Čelakovskýs.

Ich habe in meiner Diskussion nur Fakta ins Treffen geführt und aus denselben die Schlüsse gezogen, ich habe keine Theorie vorausgesetzt und keine Theorie zur Begründung angewendet. Der Leser kann selbst beurteilen, in wieweit meine Tatsachen und in wieweit Čelakovskýs Theorien gerechtfertigt sind.

Die kurz gefaßte Resultate des Vorausgeführten sind:

1. Die in der Brakteenachsel sitzende Blüte von *Danaë* hat eine adossierte Braktee. Das flache laubartige Gebilde in der Achsel der Stengelbraktee ist ein terminales Blatt, welches einen Kurztrieb abschließt und den konvallarienartigen grundständigen Blättern homolog ist.

2. Das blühende seitenständige „Kladodium“ von *Ruscus* besteht aus einer terminalen Infloreszenz, deren erste Blüte der Blüte von *Danaë* gleicht und aus zwei in der Mediane stehenden Brakteen, von welchen die eine größer wird und auf dem Infloreszenzstiele flügelartig herabläuft, die andere aber die Infloreszenz unterstützt. Das sterile „Kladodium“ von *Ruscus* ist ein terminales Blatt, welches den achselständigen Kurztrieb abschließt.

3. Das blühende flache Gebilde von *Semele* gleicht so vielen blühenden flachen Gebilden von *Ruscus*, wie viele Infloreszenzen es enthält.

4. Das flache grüne Gebilde in der Brakteenachsel von *Myrsiphyllum* ist ein laubartiges Kladodium, welches einem Seitenzweige gleicht und eine seitenständige Achselinfloreszenz trägt. Im sterilen Zustande besitzt es durchweg eine seitliche grundständige Braktee.

5. Die nadelartigen Gebilde bei *Asparagus* im Büschel auf den dünnen Zweigen sind nadelartige Kladodien, welche aus zwei Wickeln und einem terminalen Kladodium zusammengesetzt sind. Die Blüten bilden zwei Wickeln in der Achsel zwei seitlicher Brakteen, welche jedoch nicht selten abortieren.

Erklärung der Tafel.

Die homologen Organe sind auf allen Abbildungen mit gleichen Buchstaben bezeichnet.

Fig. 1. *Danaë racemosa.* Ein blühender Zweig *o*), welcher Stützbrakteen *B*) und zwei sterile „Kladodien“ *k'*) trägt. In der Blütentraube sitzen in der Brakteenachsel die Blüten *o'*), mit einer adossierten Braktee *a*).

Fig. 2. *Danaë racemosa.* Diagramm zu einer Blüte der vorhergehenden Infloreszenz; *b*) die zweite, theoretisch vorausgesetzte Braktee.

Fig. 3. *Ruscus Hypoglossum.* Auf dem Zweige *o*) sitzt ein „Kladodium“ *k*) in der Achsel der Braktee *B*): a) die Stützbraktee, b) die ihr gegenständige größere und mit dem „Kladodium“ *k*) zusammenfließende Braktee, *o'*) die erste (terminale) Blüte der Infloreszenz, welche die Achse *o'*) abschließt.

Fig. 4. *Ruscus Hypoglossum.* Diagramm zur vorhergehenden Abbildung. Die beiden gegenständigen Brakteen *a*) *b*) laufen als flügelartiger Saum *k* („Kladodium“) auf der Achse *o'*) herab.

Fig. 5. *Semele androgyna.* Ein Kladodium mit mehreren Infloreszenzen; *r*) die Achsengabeln, welche eine verzweigte Cyma bilden und mit einer Infloreszenz abschließen.

Fig. 6. *Myrsiphyllum asparagoides.* In der Achsel der Braktee *B*) auf dem Zweige *o*) sitzt ein echtes Kladodium *m*), welches eine transversale Braktee *a*) trägt, in deren Achsel die erste Blüte *o'*) der Infloreszenz sich befindet.

Fig. 7. *Myrsiphyllum asparagoides.* Diagramm zur vorhergehenden Abbildung.

Fig. 8. *Asparagus officinalis.* Ein Stengelteil *o*), mit einer Braktee *B*), in der Achsel wächst ein verlängerter Zweig m) hervor; dieser Zweig besitzt zwei transversale Brakteen *a*) *b*), in deren Achsel die erste Blüte *o'*) der Infloreszenz hervortritt.

Fig. 9. *Asparagus officinalis.* Diagramm zur vorhergehenden Abbildung. Die Stelle des Seitenzweiges *m*) vertritt auf dem Zweige ein nadelförmiges Kladodium *m'*).

Fig. 10. *Ruscus Hypoglossum.* Ein abnormales seitenständiges und blühendes „Kladodium“ *k*). Die terminale Infloreszenz wird von mehreren schuppenförmigen Brakteen umhüllt und von vorne mit dem Rande der durch eine Leiste angedeutete Braktee *b*) gestützt. Von rückwärts teilt sich durch eine Leiste und durch einen Ausschnitt die zweite gegenständige Braktee *a*).

Fig. 11. *Ruscus Hypoglossum.* Ein zweites abnormales seitenständiges und blühendes „Kladodium“ *k*), welches oben mit einer Infloreszenz *o'*) endet und von zwei gleichen Brakteen *a*) *b*) in der Mediane gestützt wird.

Fig. 12. *Ruscus aculeatus.* Ein endständiger Stengelteil mit Brakteen *B*) und seitenständigen nichtblühenden „Kladodien“ *k'*; *t*) ein terminales „Kladodium“, welches flügelartig auf einer Seite herabläuft.

Gustav Fischer

Untersuchungen über Wundperidermbildung an Kartoffelknollen.

Von

Laurits Olufsen, Kiel.

(Mit 5 Abbildungen im Text)

Einleitung.

Obwohl schon eine Arbeit von Professor Kny „Über die Bildung des Wundperiderms an Knollen in ihrer Abhängigkeit von äußeren Einflüssen“ (Berichte der deutschen bot. Gesellschaft. VII. 1889. Heft 4.) vorliegt, soll durch diese erneute Bearbeitung desselben Gegenstandes versucht werden, teils Fragen, die Kny unentschieden oder offen gelassen hat, zu beantworten, teils sollen neben dem Studium der Abhängigkeit von äußeren Einflüssen neue, allgemeinere Gesichtspunkte in den Bereich der Beobachtungen hineingezogen werden. Bei dieser Erweiterung des Themas sind es besonders noch zwei Arbeiten, die eine weitgehendere Beachtung erfahren müssen, eine ältere von Bretfeld: „Über Vernarbung und Blattfall“. (Pringsheims Jahrbücher. XII. 1879—81) und eine neuere von Massart: „La cicatrisation chez les végétaux“. Bruxelles 1898.

Versuchsanordnung:

Die Versuchsanordnung war im großen und ganzen dieselbe wie bei Kny: Die verwundeten Knollen — ich beschränkte mich im allgemeinen auf Knollen von *Solanum tuberosum*[1]), da nach Kny's Ergebnissen sich die verschiedenen Knollenarten im Prinzip wesentlich gleich verhalten — wurden auf Teller mit mäßig angefeuchteten Sägespänen gelegt. Über sie wurden nichttubulierte Glasglocken gestülpt, die meistens noch mit Fließpapier ausgelegt waren. Es erwies sich als günstig, dieses während der heißen Jahreszeit auch noch ein wenig anzufeuchten, besonders zu Beginn jedes Versuches, da die außerordentlich stark gesteigerte

[1]) Reinke, J. u. Berthold, G., Die Zersetzung der Kartof el durch Pilze. Berlin 1879. p. 24. „Kaum irgend ein Gewächs ist im gleichen Maße wie die Kartoffelpflanze befähigt, jede ihren Stengeln — und zu letzteren gehört auch die Knolle — zugefügte Verletzung sogleich durch Wundkork zu schließen.“

Atmung der frischen Wunden ein häufiges Lüften notwendig machte. Auf eine völlige Absperrung des Lichtes wurde kein Gewicht gelegt, da Kny nachgewiesen hat, daß dasselbe nicht den Vernarbungsprozeß beeinflußt; im Gegenteil wurde die Belichtung oft als Desinfektionsmittel gegen die Ansiedlung von Mikroorganismen auf den Wundflächen benutzt.

Da Versuche, die im ersten Kapitel näher beschrieben werden sollen, ergaben, daß die verschiedenen Rassen und Altersstufen der Versuchsknollen sich oft recht verschieden verhalten, achtete ich streng darauf, daß bei Vergleichen stets Knollen einer Ernte benutzt wurden. Wo es tunlich war, wurde für ein und denselben Versuch nur eine einzige Knolle verwendet, deren Verwundung alsdann in einer Zerlegung in zwei, drei oder mehr gleiche Teile bestand.

Als Maßstab bei Vergleichen wurde das Zählen, oder, wo dies unmöglich war, das Schätzen der in einer radialen Reihe liegenden Teilungswände, d. h. der Teilungswände, die in einer einzigen in Wundkork umgebildeten Zelle entstanden, benutzt. Wenn auch zugestanden werden muß, daß diese Methode keine übermäßig exakte ist, da die Zahl der Teilungswände oft nicht unbedeutend variiert, mußte sie doch beibehalten werden, da keine genauere möglich ist[1]). Bei einer Untersuchung möglichst vieler Querschnitte genügte sie jedoch, um in den meisten Fällen die Unterschiede in der Peridermbildung deutlich erkennen zu lassen.

I. Reaktionsfähigkeit von Knollen verschiedener Rassen und Reifestadien.

Da die Untersuchungen Ende April begannen, standen zunächst nur Knollen der vorjährigen Ernte zur Verfügung, im ganzen sechs Sorten. Eine vergleichende Untersuchung ergab, daß sich die verschiedenen Sorten nicht genau gleich verhielten. Am besten reagierten die gärtnerisch als „Frühe Lange“ und „Frühe Rote“ bezeichneten, am schlechtesten „*Magnumbonum*“.

Ende Mai erschienen diesjährige Knollen auf dem Markte. Am 2. Juni setzte ich einen Versuch mit vorjährigen und diesjährigen „Frühen Langen“ an. Die ersteren zeigten nach 6 Tagen 3—5 Teilungswände, die letzteren im Durchschnitt 5. Der Unterschied war auch bei wiederholten Versuchen kein großer. Aber die neuen Knollen erwiesen sich bald als geeigneter, da sie nicht so leicht faulten, vielleicht weil sich noch nicht so viele Bakterien auf ihrer Schale angesiedelt hatten; ihr Gewebe war straffer und daher für die Anfertigung mikroskopischer Präparate günstiger, während das Gewebe der vorjährigen Knollen oft welk und schlaff war. Vor allen Dingen hatten sie nicht die Eigenschaft, zu sprießen, was das Arbeiten

---

[1]) Kny, l. c. pag. 156.

mit den vorjährigen Sorten oft störte. Ich ging daher bald dazu über, nur neue Knollen zu benutzen.

Am 9. Juni wurde ein Versuch angesetzt, der die folgenden Reifestadien: vorjährige, vollentwickelte-diesjährige und nußgroße-diesjährige Knollen vergleichen sollte. Am 13. Juni war das Ergebnis folgendes:

1. Die vorjährigen Knollen hatten 2, selten 3 Teilungswände ausgebildet.
2. die diesjährigen-vollentwickelten 2—3,
3. die nußgroßen-diesjährigen 4, oft 5 Teilungswände.

Daß die noch ganz unentwickelten Knollen früher und ergiebiger vernarbten als vollentwickelte Knollen hat wohl seinen Grund darin, daß die Baustoffe in ihnen noch in Fluß, also schneller zur Hand sind, ein Gesichtspunkt, auf den ich in Kap. IV noch näher zurückkommen werde. Man könnte hier an eine Analogie zwischen unentwickelten Knollen und grünen, unreifen Samen denken, indem diese oft schneller keimen als völlig ausgereifte, frischgeerntete[1]).

Die größere Reaktionsfähigkeit der unentwickelten Knollen hat sicher z. T. auch ihren Grund darin, daß junge, unentwickelte Zellen überhaupt teilungsfähiger sind als ältere, fertige. Mit beitragen zu einer Erklärung können vielleicht auch A. Meyer's Versuchsergebnisse über Stärkekörner[2]), die gezeigt haben, daß kleine Stärkekörner schneller löslich sind als große.

Nach diesen Vergleichen der verschiedenen Reife- und Entwickelungsstadien lag es nahe, weiter zu gehen, und den Stolon selbst mit in den Vergleich zu ziehen.

Am 18. Juni wurden durch nußgroße Knollen und ihre Stolonen frische Querschnitte gelegt und beide zur Vernarbung in einen recht feuchten Raum gelegt. Die Untersuchung der Objekte am 14. Juni ergab, daß die Vernarbung der Knollenwunden aus 5 Teilungswänden bestand, die der Stolonenwunden nur aus 2—3. Ein zweiter Versuch vom 20. Juni ergab in der entsprechend längeren Zeit bei den Stolonen ein Periderm von 4—5 Wänden, bei den daran sitzenden Knollen bis zu 10 Wänden.

Ferner wurde konstatiert, daß die Vernarbung der Stolonenquerschnitte sehr ausgeprägt ungleichmäßig war. Am ersten entstanden und am weitesten entwickelt war das Periderm im Mark- und Rindenteil, während der Gefäßbündelteil oft nur mit halb so vielen Wänden vernarbte. Auch am Querschnitt der nußgroßen Knollen trat dieser Unterschied hervor, doch lange nicht so ausgeprägt. Bei vollentwickelten Knollen war er so gering, daß er überhaupt kaum nachweisbar war. Es mag dies damit zusammenhängen, daß in reifen Knollen der Unterschied der Gewebearten sich fast bis zum völligen Ver-

---

[1]) Johannsen W.: Das Ätherverfahren beim Frühtreiben. Jena 1900.

[2]) Meyer, Arthur, Untersuchungen über die Stärkekörner. Jena 1895. pag. 230. „Die äußere Lösung der Masse 1 eines Stärkekorns wird um so schneller vor sich gehen, je kleiner die Stärkekörner sind.

schwinden verwischt. Auch Kny[1]) machte die Beobachtung, daß die Vernarbung einer Wunde nicht gleichmäßig vor sich geht, ohne auf ein Prüfen der Ungleichmäßigkeit bei den verschiedenen Altersstufen näher einzugehen. Ebenso findet sich bei Frank[2]) eine Stelle, die auf Ungleichmäßigkeiten der Peridermbildung in den verschiedenen Geweben hinweist. In Kap. III werden weitere Versuche beschrieben werden, die diese Unregelmäßigkeiten näher verfolgen.

Als sehr wenig reaktionsfähig gegen Wundreiz erwies sich das Saftperiderm[3]). Es wurde dies beobachtet an solchen Wunden, die direkt an die normale Korkschale stießen. Während die Zahl der Teilungswände im Grundgewebe selbst sehr ungleichmäßig war, zeigte das Saftperiderm nie so viele Wände, so daß der Übergang von der Wunde selbst zur normalen Korkhülle zwar lückenlos[4]), aber immer nur allmählich erfolgte. Das Saftperiderm hatte nur 1—2 Teilungswände ausgebildet.

Tote und verdickte Gewebeteile bilden naturgemäß kein Wundperiderm aus. Daß sie aber auch unfähig sind, den Wundreiz weiter zu leiten, zeigte folgender Versuch.

Ich brachte Wunden derart an, daß sie parallel der Knollenhauptachse und möglichst nur im Gefäßbündelring verliefen. Es erfolgte, wie sonst, eine kambiumartige Teilung, aber wo der Schnitt unmittelbar an toten Gefäßen entlang lief, war das sonst lückenlose Periderm unterbrochen. Nicht nur waren die Gefäße nicht in Teilung übergegangen, sondern auch das an sie grenzende Grundgewebe nicht, der Reiz hatte sich von der Wunde nicht zu denselben durch die Gefäße hindurch verbreiten können, natürlich, weil ihnen das reizleitende Plasma fehlt. Massart[5]) macht auch hierauf aufmerksam. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt Bretfeld[6]). Hieraus erklärt sich auch das Mißlingen von Versuchen, die ich anstellte, um zu erfahren, ob es möglich sei, durch bloße Verletzung des alten, verkorkten Schalengewebes die darunter liegenden, lebenden Zellen zur Peridermbildung zu veranlassen. Die toten Korkzellen leiteten den Reiz eben nicht zu ihnen hin[7]).

---

1) Kny, l. c. 156.

2) Frank: Die Krankheiten der Pflanzen. Bd. I. 2. Aufl. 1895. p. 63. „Die Bildung eines lückenlosen Korkverschlusses an jeder beliebigen Wunde wird durch den Umstand ermöglicht, daß die Zellen der verschiedenen Gewebe zu Korkmeristemzellen sich umzuwandeln vermögen. Dem Grundparenchym ist diese Fähigkeit allerdings im höchsten Grade eigen, gleichgültig, ob es Mark oder Rinde ist. . . .“

3) Hierunter verstehe ich die langgestreckten, stärkearmen Zellen direkt unter der normalen Korkschale.

4) Frank, l. c. p. 63.

5) p. 40. „les éléments (fibres, vaisseaux etc.) incapables de réagir, sont également inaptes à laisser passer l'excitation.“

6) p. 137. „Zellen, die bereits einen Verdickungsprozeß eingegangen sind, sind unfähig zur Peridermbildung.“

7) p. 145. „Was das Verhalten der Fibrovasalstränge zur Vernarbung anbelangt, so spielen dieselben eine nur passive Rolle.“

II. Beobachtungen über die Vernarbung verschiedenartiger Wunden.

Von wesentlicher Bedeutung für die Ausbildung des Wundperiderms ist auch die Art der Wunde. Eine wichtige Rolle spielt zunächst ihre Größe. Je größer die Wunde ist — es handelt sich hier naturgemäß immer um das relative Verhältnis zur Größe des verwundeten Zellkomplexes — desto feuchter muß sie gehalten werden, denn um so unnatürlicher ist die Transpiration gesteigert.

Um zu ermitteln, wie klein ein Knollenstück, d. h. also wie groß relativ überhaupt eine Wunde sein kann, um noch zu vernarben, stellte ich vom 9.—19. Juni eine Reihe von Versuchen mit möglichst kleinen Knollenprismen an.

Weil es sehr schwer ist, bei so kleinen Zellkomplexen den richtigen Feuchtigkeitsgrad zu finden und zu halten, benutzte ich hier eine besondere Methode. Ich höhlte eine größere Knolle z. T. aus, brachte die Stücke hinein und verschloß die Höhlung. Die Knolle wurde darauf unter einer feuchten Glocke aufbewahrt. Ich durfte erwarten, daß Luftzufuhr und Feuchtigkeitsverhältnisse auf diese Weise den natürlichen Bedürfnissen möglichst angepaßt waren.

Die Versuchsergebnisse waren, tabellarisch zusammengestellt, die folgenden:

Querschnitte der Prismen in mm:	Durchschnittszahl der Teilungswände:	Maximum der Wände:
lang 4, breit 2	4 oft 5	7
„ 4, „ 1	4 (Stücke teilweise tot)	5
„ 2, „ 1	sehr unregelmäßig, oft gar keine	2—3
„ 1, „ 1	z. T. abgestorben, z. T. erste Anfänge einer Wand	2—3

Es geht hieraus deutlich hervor, daß je größer der verwundete Zellkomplex ist, desto günstiger verläuft die Vernarbung, natürlich innerhalb gewisser Grenzen. Eine Hauptrolle spielt naturgemäß die außerordentliche Transpiration, die in derartig bloßgelegten Zellmassen Platz greift, selbst im sehr feuchten Raum. Daneben werden auch noch andere Faktoren den Vernarbungsprozeß gehemmt haben. Es ist sicher nicht außer acht zu lassen, daß, wenn auch die einzelnen Zellen für sich auf den Wundreiz reagieren, ein derartig gewaltsamer Eingriff in ihre Gemeinschaft jede einzelne Zelle für sich schädigt.

Ein zweiter Versuch mit verschieden dicken Schalenstücken[1]) zeigte ganz ähnliche Verhältnisse. Hier konnte ich die Stücke noch bedeutend kleiner machen, da ja dieselben einseitig durch das daransitzende Hautgewebe vor Verdunstung geschützt waren.

Die Versuche vom 11.—20. Juni hatten folgendes Ergebnis:

Dicke der Stücke:	Durchschnittszahl der Wände:	Maximum:
15—16 Zellagen	4—5	5, oft 6
7 Zellagen ca. 3/4 mm dick	1, selten 2	2
5 Zellagen	1, oft keine	1

Auch bei zahlreichen weiteren Versuchen über diese Verhältnisse zeigte sich stets dieses gesetzmäßige Abnehmen der Wändezahl mit der Größe des Zellkomplexes.

Als ich im Laufe meiner späteren Untersuchungen darauf aufmerksam wurde, daß das Schwinden der Stärke unmittelbar den Stoffverbrauch beim Aufbau des Wundperiderms zeigt, konnte ich nachweisen, daß der Mangel an Baustoff auch z. T. die Unvollkommenheit des entstehenden Vernarbungsgewebes bei derartig kleinen Stücken bedingt.

Am 3. November stellte ich einen Versuch an, der dies unmittelbar bewies. Ich verfertigte Stücke von der Größe, daß der vom entstehenden Periderm rund herum eingeschlossene Zellkomplex aus nur 2—3 Zellagen bestand. Es bildeten sich in den Initialzellen 3 Teilungswände aus, dann hörte die Peridermbildung auf, denn der ganze Stärkevorrat des Stückes war damit aufgezehrt, z. T. verbaut, z. T. auch sicher veratmet, da die Atmung bei derartig schweren Verwundungen und bei Gegenwart derartiger Zuckermengen ganz enorm gesteigert ist[2]). Der gemachte Versuch zeigt deutlich, daß Hunger die weitere Vervollkommnung des Periderms erheblich zu stören vermag.

Ein weiterer Versuch vom 10. November zeigte das Gleiche. Hier war ein Komplex von 6 Zellagen eingeschlossen. Als sich im Durchschnitt 7 Wände abgeteilt hatten, hörte die Bildung

[1]) Unter „Schale“ verstehe ich das Hautgewebe mit daransitzenden Parenchymresten, wie sie beim Schälen einer Kartoffel entsteht.

[2]) Böhm, Joseph, Über die Respiration der Kartoffel. (Bot. Zeit. 1887. p. 687.)

Er fand, daß süße Knollen bedeutend intensiver atmen. Meine Versuchsstücke mußten relativ sehr süß sein.

Stick, Conrad, Die Atmung der Pflanzen bei verminderter Sauerstoffspannung und bei Verletzungen. (Flora. 1891.)

Auf p. 16 gibt er die Atmungszunahme zahlenmäßig an: unverletzte Kartoffel pro Stunde 3,5 mg CO_2, verletzte 2 St. nach der Verletzung 15,9 mg CO_2.

auf, da die Stärke bis auf einzelne, nadelspitz abgeschmolzene Stärkekörner verschwunden war.

Versuche mit ganz isolierten Zellen im dampfgesättigten Raum mißlangen, da sie abstarben. Nach Nemec[1]) sollten derartige Zellen, die er an Ecken von Zellkomplexen hat beobachten können, sich entweder gar nicht teilen oder Scheidewände nach mannigfachen, vorher unbestimmbaren Richtungen bilden.

Nach dem Vorgange von Bretfeld[2]) versuchte ich auch durch Ansengen mit einer Spitzflamme eine Peridermbildung zu erzielen. Es starben eine Menge Zellagen ab; sie bildeten eine verkleisterte, impermeable Schicht, aber trotzdem entstand in der nächsten lebenden Zellage darunter ein normales Wundperiderm[3]).

Versuch vom 30. Mai: Eine Kartoffel wurde mit der Spitzflamme angesengt, so daß die äußere Korkhaut nur oberflächlich angebrannt, nicht aber durchgebrannt war. Am 9. Juni waren unter der normalen Korkhülle 6 Zellschichten durch die Hitze abgestorben und zu einer dichten Masse verklebt, darunter war ein Wundperiderm von ca. 5 Wänden entstanden.

Ein Vergleich von Brand- und Schnittwunden vom 18. Juni zeigte, daß in mittelfeuchter Luft das gebildete Wundperiderm etwa gleich ist. In trockener Luft war es bei den Brandwunden kräftiger — in sehr feuchter Luft kommt es bei ihnen überhaupt nicht zur Ausbildung eines Periderms, weil die abgestorbenen Zellagen bald in Fäulnis übergehen und die ganze Knolle allmählich infizieren.

Man kann allgemein sagen, daß jede Wunde, möge sie nun durch Schneiden, Brennen, Stechen, vollkommenes Schälen etc. entstanden sein, immer ein Periderm zur Folge hat[4]). Wie vollkommen es wird, hängt wieder von inneren Umständen, wie Nahrungszufuhr, oder von äußeren, wie Transpiration, Sauerstoffzufuhr etc., wovon in Kapitel VI näher die Rede sein soll, ab.

Veranlaßt durch Massarts[5]) Behauptung, daß Wunden, die durch Tierfraß entstanden sind, keine Vernarbung zur Folge haben, untersuchte ich Wunden, die ich durch die graue Gartenschnecke machen ließ; sie verkorkten ganz normal. Wie Massart zu dieser Behauptung kommt, weiß ich nicht.

Ebenfalls nach Massart[6]) soll ein Töten von Zellen nicht unbedingt nötig sein, um eine kambiumartige Teilung zu er-

---

[1]) Nemec, Bohumil, Über Kern- und Zellteilung bei *Solanum tuberosum*. (Flora. 1899.)

[2]) Bretfeld, l. c. p. 136.

[3]) Massart, l. c. p. 31, bringt eine Abbildung von einer „coupe transversale d'une pomme de terre, qui a été brûlée".

[4]) Massart, l. c. p. 55. Bretfeld, l. c. p. 138.

[5]) p. 29. l. c.: „Ni les parasites phanérogames . . . . . ni les animaux (larves d'insectes, Nématodes etc.) ne provoquent de la parte de leur hôte la moindre cicatrisation défensive".

[6]) l. c. p. 55: „il n'est même pas nécessaire de tuer des cellules. Ne voyons-nous pas qu'il suffit de les écraser fortement, sans pourtant détruire leur vitalité, pourqu'elles forment de nouvelles cloisons dont les externes se subérisent.

zielen, sondern einfache, gewaltsame Eingriffe, die die Zellen nicht töten, sollen genügen. Um dies näher zu verfolgen, preßte ich mittelst einer Schraube einen kleinen Kieselstein fest gegen die unverletzte Korkschale. Ich erzielte auch dadurch z. T. eine Peridermbildung unter dem Hautgewebe, aber ich konnte trotz öfteren Wiederholens des Versuchs nie genau feststellen, ob nicht durch das Quetschen doch anfangs ein teilweises Absterben von Zellen stattgefunden hatte. Soviel zeigte jedoch der Versuch, daß der Reiz des Druckes, allerdings wohl in Verbindung mit dem chemischen Reiz der durch das Absterben in der Zelle eingeleiteten Stoffveränderungen, genügte, um eine Peridermbildung hervorzurufen. Diese Wirkung eines Druckreizes wird auch durch Nemec's Beobachtungen bestätigt. Druck habe oft den Erfolg, daß tiefere Zellschichten sich teilen[1]).

Eine Peridermbildung durch einfaches Bloßlegen von Zellen erzielte ich aber durch Abziehen der normalen Korkhülle, was bei jungen Knollen sehr leicht geht. Gewöhnlich bleiben jedoch die jüngsten Peridermwände und das Phellogen sitzen, aber letzteres tritt dann wieder in Tätigkeit. Ob der Reiz des gewaltsamen Abtrennens der Hautschicht, oder der unmittelbare Sauerstoffzutritt zu den bloßgelegten Zellen, oder die an dieser Stelle vergrößerte Transpiration die Hauptursache zu der eingeleiteten Peridermbildung ist, läßt sich natürlich schwer entscheiden, vielleicht wirken alle drei Faktoren gemeinsam.

Von besonderem Interesse war es, die Vernarbung einer Wunde zu studieren, die dadurch zustande kommt, daß eine fremde Wurzel in das Gewebe eindringt. Angeregt durch die Versuche von Peirce[2]) stellte ich folgendes Experiment an.

Am 4. November wurden Samen von *Triticum vulgare* und *Pisum sativum* auf halbierten Knollen gesät, und zwar in kleine Löcher des Gewebes, da die Wurzeln sonst nicht eindrangen, sondern nur auf der Wundoberfläche entlang krochen. Die Knollen wurden in einen feuchtgehaltenen Glashafen auf durchnässte Sägespäne gelegt. Fast alle Samen fingen bald durch die aus dem parenchymreichen Gewebe aufgenommene Flüssigkeit zu keimen an, und ihre Wurzeln drangen z. T. in die Knollen hinein. Bei einigen *Pisum*-Sprossen wurden, als sie etwa 5 cm hoch waren, die Kotyledonen amputiert; sie stellten darauf bald ihr Wachstum ein. Die übrigen sistierten ebenfalls ihr Längenwachstum, nachdem sie etwa 8 Wochen, zuletzt nur sehr langsam, in die Länge gewachsen waren. Ihre Größe schwankte zwischen 10 und 15 cm.

Am 16. Dezember wurden die ersten Bohrlöcher der eingedrungenen Wurzeln untersucht, indem durch letztere und das umgebende Knollenparenchym Längs- und Querschnitte gelegt wurden. Was die Wurzeln selbst angeht, waren sie ohne Wurzel-

[1]) Nemec, l. c. p. 216.

[2]) Peirce, George J., Das Eindringen von Wurzeln in lebendige Gewebe. (Bot. Zeit. 1894. I. p. 169 ff.)

haare[1]). Daß der Druck des umgebenden Gewebes ihre Ausbildung verhindert hatte, zeigte sich an einer Stelle, wo die eingekeilte Wurzel in diesen Spalt hinein reichlich Wurzelhaare geschickt. Im übrigen waren die Wurzeln vielfach spiralig gedreht, gekrümmt und zickzackartig verbogen, sie waren augenscheinlich nur unter großen Schwierigkeiten hineingedrungen[2]).

Gegenstand besonderer Aufmerksamkeit waren für mich nun die Bohrlöcher selbst. Dieselben waren von zerdrückten Zellen eingefaßt, unter diesen aber war, besonders in den ältesten Teilen, ein wohlentwickeltes Wundperiderm ausgebildet. Die älteren Wurzelteile waren auf diese Weise ganz von einer Korkscheide umschlossen, auch die Spitze war durch Korkverschluß an weiterem Vordringen gehindert. Hieraus erklärt sich wohl das Stocken des Wachstums. Bei jüngeren Wurzeln, die noch im Vordringen begriffen, waren die Spitzen noch ohne Peridermhülle, immer aber von zerdrückten Zellen und den aus ihnen in Mengen herausgetretenen Stärkekörnern umgeben. In den direkt vor der Spitze liegenden Zellen, die schon unter dem Drucke der vordringenden Wurzeln[3]) standen, dagegen noch lebten, war eine ausgiebige Korrosion der Stärke eingeleitet, so daß die Wurzeln immer vor sich her einen makroskopisch schon wahrnehmbaren, hellen Hof zeigten. Die ungünstige Jahreszeit bewirkte natürlich, daß die Wurzeln mit so geringer Energie vordrangen, daß die Zellen Zeit hatten, sich gegen die Eindringlinge durch Wundperiderm schließlich zu schützen. Ich hatte aus all den zahlreichen Wurzelspitzen, die ich untersucht habe, immer den Eindruck, als sei die Wurzel lediglich durch mechanische Kräfte vorgedrungen, ohne das ein etwaiges Auflösen der Stärke und Cellulosewände durch ausgeschiedene Fermente wahrgenommen werden konnte, obgleich die Wurzelspitzen in Stärkekörnern und zerdrückten Wänden eingebettet lagen[4]). Das beobachtete Lösen der Stärke geschah in noch lebenden Zellen, wie dies immer eine Folge des Wundreizes ist, worauf in Kap. IV noch näher zurückzukommen ist. Wollte man auch annehmen, daß die *Pisum*wurzeln — die *Triticum*wurzeln verhielten sich wie diese — in der Tat imstande seien, organische Nahrung

[1]) Peirce, l. c. p. 171.

[2]) Nach Peirce, l. c. p. 174, wachsen sie um alle Gefäßbündel und Sklerenchymmassen herum.

[3]) Nach W. Pfeffer: Druck und Arbeitsleistung durch wachsende Pflanzen, Leipzig 1893, vermag die Wurzel von *Vicia Faba* z. B. einen Längsdruck von 7—10 Atmosphären auszuüben.

[4]) Peirce, l. c. p. 171, sah auch Stärkekörner, die in direktem Kontakt mit der Wurzel (*Brassica napus* u. *Sinapis alba*) waren, ohne korrodiert zu sein. Dagegen will A. Prunet: Sur la perforation des tubercules de pomme de terre par les rhizomes de Chiendent. (Revue générale de Botanique. 1891) vor der Wurzelspitze stets einige korrodierte Stärkekörner gefunden haben. Möglich ist es ja, daß *Cynodon Dactylon* diastatische Fermente ausscheidet, am wahrscheinlichsten ist es doch wohl, daß Bakterien die Korrosion bewirkt haben, oder er verwechselt damit die Korrosion in den lebenden, unter dem Druck der vordringenden Wurzel stehenden Zellen.

aus dem Wirt aufzunehmen, was Peirce, p. 175, nicht für ausgeschlossen hält, könnte auch dies geschehen, ohne daß sie die Stärke vorher zu lösen brauchten, der helle Hof vor der Wurzelspitze deutet an, daß diese Auflösung schon durch den Reiz der vordringenden Wurzel im voraus besorgt wird; wenigstens war dies bei dem langsamen Wachsen meiner Versuchspflanzen immer der Fall.

Um diese gewonnene Ansicht noch durch weitere Versuche zu stützen, machte ich folgendes: Ich schnitt Pflöcke aus Buchenholz in Form und Dicke der *Pisum*-Wurzel und trieb diese nach und nach durch mechanischen Druck in das Kartoffelgewebe hinein, etwa so schnell, wie die Wurzel durch Wachstumsvorgänge hineindringt. Das Bild war nach 4 Wochen dasselbe: Rund herum zerdrückte Zellen und Wundperiderm, vor der Spitze einen stärkeleeren, hellen Hof. Damit ist die von Peirce p. 171 ausgesprochene Vermutung einer möglichen Korrosion durch einfachen Druck bewiesen.

In *Dahlia*-Knollen gesäte Erbsen zeigten ganz entsprechende Verhältnisse, nur vermochten die Wurzeln tiefer einzudringen, besonders in das viel weichere Mark, das sie gerne aufsuchten. Das tiefste Bohrloch betrug $3^1/_2$ cm.

Ich komme durch meine Versuche mit *Pisum*-Wurzeln immer zu dem Ergebnis, daß sie ausschließlich durch mechanischen Druck sich den Weg bahnen, nicht wie etwa die Haustorien von *Cuscuta* daneben auch durch chemische Mittel. Das durch das Eindringen erzeugte Periderm unterschied sich daher auch nicht von dem, welches mechanisch eingetriebene, sonstige Fremdkörper erzeugen.

Bemerkenswert bleibt es aber doch, daß die endogen entstehenden Nebenwurzeln, die doch auch das Rindengewebe der Hauptwurzeln durchbrechen und dabei auch zahlreiche Zellen zerdrücken, keine Peridermbildung erzeugen. Wir müssen vielleicht streng unterscheiden zwischen Wunden, die den natürlichen Bedürfnissen entsprechen und solchen, die naturwidrig sind.

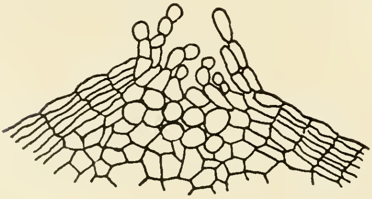


Fig. 1.

Ich hatte im Laufe meiner Untersuchungen vielfach Gelegenheit, natürlich entstandene Bloßlegungen des inneren Gewebes zu untersuchen. Es handelte sich um die Erscheinungen, welche Frank und Schacht[1]) als Wucherungen der Lenticellen bezeichnen. Sie besteht darin, daß die sonst als kleine Pünktchen von isodiametrischen Zellen unmittelbar unter der Schale liegenden Lenticellen bei großer Feuchtigkeit als schneeweiße Wärzchen hervorwachsen. Dadurch wird die schützende Korkschale gesprengt und Zellen des Gewebekörpers freigelegt.

---

[1]) Frank, l. c. p. 105.

Es war also von Interesse, die Vernarbung dieser Blößen zu beobachten. Da die Lenticellenwucherungen unschwer hervorzurufen sind, habe ich hierüber eine ganze Reihe von Beobachtungen angestellt und bin zu dem Resultat gekommen, daß sie außerordentlich schwer, oft überhaupt nicht vernarben[1]).

Auffallend war aber, daß die Wucherungen sofort Periderm absondern, wenn ich sie irgendwie durch künstliche Mittel reizte: An einer Knolle mit zahlreichen Lenticellenwucherungen wurde am 23. Mai ein Teil derselben mit einer Nadel durchstochen, ein Teil mit dem Rasiermesser angeschnitten, ein Teil gebrannt und endlich ein Teil ganz unberührt gelassen und alle unter eine recht feuchte Glocke gelegt. Am 5. Juni hatten alle Wucherungen mit künstlichen Wunden reichlich Periderm erzeugt, bei den unberührt gebliebenen war dagegen keine einzige Wand abgesondert, die Wucherungen hatten sich im Gegenteil vergrößert.

Eine Peridermbildung, wenn auch oft nur sehr spärlich, habe ich meistens dadurch erzielt, daß ich die Knollen mit Wucherungen sehr trocken legte, so daß die hervorgequollenen Gewebeteile eintrockneten. Eine Notiz vom 18. November sagt hierüber folgendes: Ich ließ gut ausgebildete Lenticellenwucherungen trocken liegen. Die weithervorgewachsenen Zellen vertrockneten und bräunten sich, und es entstand z. T. darunter ein spärliches Periderm. Nachdem sie bis zum 4. November unter einem umgestürzten Blumentopf gelegen hatten, fand ich im Maximum nur 2 Teilungswände. Ebenfalls trat Periderm auf, wenn die freigelegten Zellen anfingen, langsam fortschreitende Fäulniserscheinungen zu zeigen. Vielleicht muß man hier an einen von dieser Stelle ausgehenden chemischen Reiz denken[2]). Frank hat Stellen beobachtet, „wo Korkheilung und Zersetzung miteinander kämpfen“[3]). Unterblieb diese Zersetzung, und verblieben die Knollen in feuchter Umgebung, waren sie überhaupt kaum zum Vernarben zu bewegen, wie mir dies eine Reihe von Versuchen bestätigt haben.

Am 27. November legte ich Knollen mit reichlicher Wucherung unter fließendes Wasser, wo sie 3 Wochen verblieben. In dieser Zeit hatte nicht nur keine Vernarbung stattgefunden, sondern die Wucherungen waren im Gegenteil größer und zahlreicher geworden[4]).

---

[1]) Frank. l. c. p. 105, sagt, daß diese Wucherungen oft deshalb Bildungsstätten von Schorf sind, „weil unter diesen Stellen keine genügende Wundkorkbildung aufkommt . . . ,“.

[2]) Vöchting: Über Transplantation am Pflanzenkörper. Tübingen 1892. p. 115: „ausgesprochene Korkbildung findet stets statt, wenn ganze Zellgruppen oder einzelne Zellen in Zersetzung übergehen . . . .“

[3]) Frank, l. c. p. 106.

[4]) Küster, Ernst, Pathologische Pflanzenanatomie. Jena 1903. Küsters Behauptung auf p. 78, daß die Kartoffelknollen wohl in feuchter Luft, nie aber unter Wasser die parenchymähnlichen Wucherungen der Lenticellen bilden sollen, ist nicht zutreffend. Die Knollenstücke, die

Am 12. Dezember untersuchte ich Knollen, die 2 Monate hindurch unter Wasser gelegen hatten, und die mit dergleichen Wucherungen wie übersät waren, aber unter keiner einzigen war Periderm entstanden, dagegen waren Schnittwunden derselben Knolle mit einer dicken Peridermschicht abgeschlossen, worüber in Kap. VI näheres ausgeführt werden soll.

Man kann diese Tatsache vielleicht so erklären, daß dieses einfache Hervorquellen des Gewebes von Anfang an wohl keinen Wundreiz, wie er durch künstliche Wunden entsteht, hervorruft, daß vielmehr erst der Reiz beginnender Zersetzungen eine Peridermbildung einleitet. Dann kommt auch noch hinzu, daß diese Wucherungen sicher einem Bedürfnisse entsprechen: sei es nun, daß sie größere Transpiration ermöglichen, oder daß sie ein Mittel sind, dem übergroßen Turgor nachzugeben, oder daß sie Zwecken der Atmung dienen[1]). Frank[2]) ist auch der Ansicht, daß es keine pathologischen Erscheinungen sind.

Also solange die Feuchtigkeit anhält, müßten sie einen Zweck erfüllen, die Knolle hätte also keine Veranlassung, sie mit Wundperiderm abzuschließen, ebensowenig wie es in ihrem Interesse liegt, die das Rindengewebe der Hauptwurzel durchdringenden Nebenwurzeln mit Kork gegen dieses abzuschließen.

Die Pflanze scheint bei der Vernarbung in der Tat eine gewisse Willkür walten lassen zu können.

III. Beobachtungen über Orientierung der Teilungswände des Wundperiderms.

Möge die beigebrachte Wunde verlaufen, wie sie wolle, oder geformt sein, wie sie wolle, immer sind die Teilungswände des sich bildenden Vernarbungsgewebes parallel zur Wundfläche orientiert. Wie kommt das?

Kny[3]) hat diese Tatsache näher untersucht und gefunden, daß weder die Schwerkraft, noch das Licht, noch strahlende Wärme, noch die Richtung der Sauerstoffzufuhr diese Gesetzmäßigkeit veranlaßt, sondern daß lediglich mechanische Momente

---

ich Monate hindurch unter Wasser hielt, waren über und über mit diesen Wucherungen bedeckt. Freilich gibt er zu, daß sich die verschiedenen Rassen darin verschieden verhalten; ich machte meine Versuche mit „Eierkartoffeln."

[1]) Schenk: Über das Aërenchym, ein dem Kork homologes Gebilde. (Pringsheims Jahrbücher. XX. p. 566) vergleicht sie mit den Aërenchym der Sumpfpflanzen. Dieselbe Auffassung teilen:

Göbel: Pflanzenphysiologische Schilderungen. 1893. p. 261, und
V. Teuf: Über Lenticellenwucherungen an Holzgewächsen. (Forstwissenschaftl.-naturwiss. Zeitschrift. 1898. p. 405.)

Annahmen, die wiederum Küster nicht für richtig hält, vielmehr will er beobachtet haben, daß die Wucherungen gerade bei mangelndem O.-Zufuhr fehlen.

[2]) l. c. p. 105.

[3]) Kny: Über den Einfluß von Zug und Druck auf die Richtung der Scheidewände in sich teilenden Pflanzenzellen. (Berichte d. Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XIV. Heft 9. 1896. p. 63 ff.)

maßgebend sind. Er hat dies durch sinnreiche Belastungsversuche unzweideutig nachgewiesen, weshalb ich auf eine Wiederholung dieser Versuche verzichtet habe, umsomehr als Nemec[1]) eine Wiederholung vorgenommen hat und zu demselben Ergebnis gekommen ist. Damit ist auch Massarts Einwand widerlegt, der Knys Versuchsergebnissen gegenüber behauptete, daß die antikline Stellung der Teilungswände in den unter Zug und Druck gesetzten Stücken durch kleine Spalten verursacht seien, denen sich die Peridermwände parallel stellten. Auch könnten Zug und Druck die karyokinetischen Figuren nicht in bestimmter Weise orientieren, da die Kernteilung in den Peridermınitialzellen der Kartoffel wohl amitotisch sei. Wie unbegründet dieser Einwand ist, beweist schon die Tatsache, daß die von Kny vorausgesetzte mitotische Kernteilung von Nemec[2]) direkt beobachtet ist. Es unterliegt also keinem Zweifel, daß der Druck, den die Initialzellen gegenseitig aufeinander ausüben, bei der Parallelstellung der Peridermwände die entscheidende Rolle spielt.

Neben diesem Parallelverlauf der Teilungswände ist für das Periderm ferner seine Lückenlosigkeit höchst charakteristisch. Das Zustandekommen erklärt Bretfeld so, daß es immer zuerst nicht bestimmte Stellen der Wundfläche sind, deren Zellen durch Teilung zu Peridermzellen werden, und von welchen aus sich die Peridermbildung successive über die ganze Oberfläche verbreitet. Natürlich, denn ohne auch eine seitliche Fortpflanzung des Reizes von Initialzelle zu Initialzelle anzunehmen, wäre das Zustandekommen eines lückenlosen Verbandes unmöglich. Besonders deutlich zeigt dies eine Schnittfläche, die mit einem stumpfen, schartigen Messer hergestellt ist: das Periderm verläuft hier in höchst unregelmäßigen Wellen- und Zickzacklinien, aber immer ist die Lückenlosigkeit des Verbandes streng gewahrt.

Nach meiner Ansicht kann man auch nur mit dieser Art der Reizleitung die Tatsache erklären, daß das Periderm seine Initialzelle bald in der ersten Zellschicht unter der Wundfläche wählt, bald mehrere Lagen überschlägt. Diese Tatsache findet sich an zahlreichen Stellen der Literatur konstatiert[3]), ohne daß ich je einen Erklärungsversuch gefunden habe.

Ich nahm erst an, daß diese Ungleichmäßigkeit mit der Transpiration zusammenhängen würde, und z. T. ist dies wohl auch der Fall, indem sich die Initialzelle sicher bei sehr trockener Umgebung durch Überschlagen einer oder mehrerer Zellagen

---

[1]) l. c. p. 216. „Unterliegen jedoch die zur Teilung gereizten Zellen einem Druck, so stellen sich die Scheidewände parallel zu der Fortpflanzungsrichtung desselben; werden die Zellen einem Zug ausgesetzt, senkrecht zu demselben, allerdings nicht alle, sondern ungefähr 75—85 %.

[2]) l. c. p. 216.

[3]) De Bary: Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig 1877. p. 115: „bei Wundverschluß ist in der Regel diejenige Parenchymlage initiale Schicht, welche zunächst innen von den durch die Verwundung verletzten Zellen liegt; doch kommen hiervon Ausnahmen vor, indem eine tiefer innen liegende Schicht zur Korkinitiale werden kann."

schützt. Aber in dieser Richtung angestellte Versuche haben alle hierin keine durchgehende Gesetzmäßigkeit erkennen lassen.

Versuch vom 6. Juni:

Ein Kartoffelprisma von $^7/_2$ mm Querschnitt hatte bis zum 16. Juni im Durchschnitt 3 Teilungswände ausgebildet. Obgleich die Luft annähernd dampfgesättigt gewesen war, waren doch durchschnittlich die 3 ersten Zellschichten überschlagen.

Eine Reihe ähnlicher Versuche zeigten dasselbe. Die überschlagenen Zellagen zwischen Wundfläche und Peridermverlauf waren nicht etwa tot, wie Massart[1]) anzunehmen scheint, die Erklärung wäre dann sehr einfach, sondern unbeschädigt und lebendig, wie in Kap. IV näher erörtert werden wird.

Die Unregelmäßigkeit läßt sich, wie ich glaube, auf zwei Weisen erklären: Entweder wird die Empfindlichkeit der einzelnen Zellen gegen Wundreiz verschieden sein; dies würde die von Bretfeld konstatierte Tatsache erklären, daß einzelne unbestimmbare Stellen Ausgangspunkte der lückenlosen Vernarbung bilden. Ferner erklärt diese Annahme auch die Massartsche Beobachtung, daß die Reizwirkung plötzlich an weit entfernten Stellen auftritt, eine Tatsache, die auch ich öfter gesehen habe. Also eine individuelle Empfindlichkeit der einzelnen Zellen gegen Wundreiz liegt ohne Zweifel vor. Nun werden die besonders empfindlichen Zellen naturgemäß nicht immer in der obersten unverletzten Zellschicht liegen, sondern bald höher, bald tiefer wird ein Ausgangspunkt für das Vernarbungsgewebe entstehen. Indem sich nun diese Punkte miteinander lückenlos verbinden, werden an den einzelnen Schnitten bald die Initialzellen in der ersten Zellschicht angelegt, bald werden Zellagen überschlagen sein.

Eine zweite Erklärung wäre die, daß man annähme, einige Zellen hätten ihre Baustoffe für die Teilungswände schneller disponibel als andere, daß also gewisse Zellen schneller mit einer Teilung auf den Wundreiz reagieren.

Wie man nun auch die verschiedene Reaktionsfähigkeit erklären will, eine Verschiedenheit ist sicher da, und eine solche Verschiedenheit erklärt die Unregelmäßigkeit in dem Auftreten der Initialzellen und damit das scheinbar so willkürliche Überspringen von Zellreihen bei der Vernarbung der Wundflächen.

Ebenfalls lückenlos ist auch der Anschluß an das alte Hautgewebe[2]). Da ich aber immer nur einen allmählichen Übergang beobachtet habe, kam ich zu der Auffassung, daß das Saftperiderm weniger gut gegen Wundreiz reagiert, wie ich schon in Kap. II näher erörterte.

Trotz dieser vielfachen Unregelmäßigkeiten im Verlaufe des Wundperiderms zur Schnittfläche läßt die Anordnung sich doch im allgemeinen auf ein durchgehendes Schema bringen. Ich

---

[1]) l. c. p. 31.
[2]) cf. Frank, l. c. p. 63, Küster l. c. p. 185.

kam zur Annahme eines solchen durch eine Beobachtung, die man öfter machen kann, wenn man nur darauf achtet, daß im Gefäßbündelring der Peridermverlauf der Wundfläche näher liegt als im Mark- und Rindenteil. Zu meiner Freude fand ich die Richtigkeit dieser Beobachtung von Figdor[1]) durchaus bestätigt. Im Markteil findet meist die größere Entfernung von der Wundfläche statt. hier sind also die meisten Zellen überschlagen. Als schematischen Verlauf hätten wir also eine Linie, die sich im Gefäßbündelring der Wundfläche nähert und sich dann von ihr entfernt, und zwar im Rindenteil meist etwas weniger als im Markteil. (Siehe Fig. 2.)

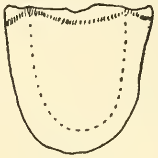


Fig. 2.

Das Schema läßt sich sehr schön an noch unentwickelten Knollen beobachten; an vollentwickelten Knollen, wo die Gewebeunterschiede fast bis zur Unkenntlichkeit verwischt sind, ist es meist unmöglich, diesen schematischen Verlauf zu erkennen. Nur die Annäherung des Periderms im Gefäßbündelring tritt noch fast immer deutlich hervor. Wie ich mich überzeugte, ist das Schema an sehr parenchymreichen Blütenstielen sehr gut erkennbar.

Verschiedene Beobachtungen, die ich im Laufe der Arbeit gemacht habe, und die eine fremdartige Orientierung und Verteilung der Teilungswände zeigten, führten mich zu der Auffassung, daß man in gewisser Weise von einer Überreizung eines Zellkomplexes sprechen kann.

Ich machte wiederholt an sehr kleinen Stücken, die rund herum frisch verwundet waren, die Beobachtung, daß die Peridermbildung nicht auf eine Initialzelle beschränkt war, sondern daß fast jede Zelle des ganzen Gewebekomplexes 1—2 Teilungswände absondert. Der von allen Seiten auf den verhältnismäßig kleinen Zellkomplex eindringende Reiz wird wohl diese Abnormität herbeiführen. (Fig. 3.) Daß das Zustandekommen dieser Verhältnisse eine heftige Reizung von mehreren Seiten voraussetzt, zeigte besonders schön ein Versuch vom 11. Juni:

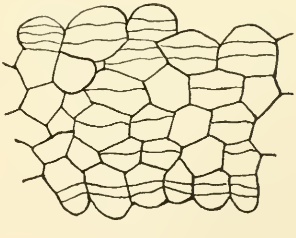


Fig. 3.

Ich legte bis zum 23. Juni einige Schalenstücke zum Vernarben hin, die also einseitig mit der alten Hautschicht bedeckt waren. Das daransitzende Knollengewebe bildete ein normales Wundperiderm aus. An einer Stelle aber war die alte Haut-

[1]) Figdor: Experimentelle und histologische Studien über die Erscheinungen der Verwachsung im Pflanzenreich. (Sitzb. der kgl. Akademie d. Wiss. zu Wien. Bd. 100. 1891. p. 193): „Das Periderm nähert sich im Gefäßbündelring immer mehr der Oberfläche, von da sich immer mehr entfernend“.

schicht zufällig verletzt, so daß das an dieser Stelle sitzende Parenchymgewebe zweiseitig stark gereizt war. Die Folge war, daß untei dieser Verletzung alle Zellen 1—2 Teilungswände abgesondert hatten Dieses Ergebnis zeigt ja deutlich, daß es sich hier tatsächlich um eine Art Überreizung handelt, doch müssen auch andere, vielleicht in der Natur der Zellen begründete Verhältnisse eine Rolle spielen, denn der Erfolg war nicht bei jeder Überreizung ein gleich guter und gelang vollständig nur in verhältnismäßig wenigen Fällen.

Als Folge eines starken, von allen Seiten kommenden Reizes in kleinen Knollenprismen muß auch folgendes Ergebnis sicher aufgefaßt werden:

In einem Versuch vom 24. Juni wurde konstatiert, daß in einem prismatischen Zellkomplex von nur 3 Zellreihen Dicke der von allen Seiten kommende Wundreiz bewirkt hatte, daß nur in der mittleren Zellreihe eine kambiumartige Teilung erfolgt war, während die 2 Zellschichten zu beiden Seiten überschlagen waren. Es ergab sich also die merkwürdige Tatsache, daß sich mitten durch das Prisma eine Wundperidermplatte hinzog, die also in diesem Fall gründlich ihren Zweck verfehlte.

Bei kleinen Knollenstücken war es oft auch von Interesse, das Verhalten der Eckzellen zu studieren. Da der Reiz ja von zwei verschiedenen Seiten kam, hatten sie bald nach der einen, bald nach der anderen Seite hin reagiert. Es kam auch vor, daß sie auf beide nacheinander reagierten, indem sich erst eine Teilungswand parallel der Längsfläche des Prismas stellte und darauf zwischen dieser und der normalen Zellwand eine zweite Teilungswand, parallel zur Querfläche des Prismas, entstand, so daß die Anordnung der zwei Wände innerhalb der Initialzelle ⊢-förmig wurde. Nemec ist es auch gelungen, Eckzellen zu beobachten, die an wenigstens zwei Seiten durch Absterben der Nachbarzellen frei lagen. Über das merkwürdige Verhalten derartiger Zellen sagt er p. 219: „wenn sich derartige Zellen zur Teilung anschicken, so entsteht um den Kern herum ein „Periplast“, in dem dann die Fäserchen erscheinen. Dieselben sind jedoch nicht monaxial, parallel orientiert, sondern verlaufen radial und wachsen nach allen Seiten vom Kern aus“.

IV. Beobachtung über Korrosion der Stärke in den peridermbildenden Gewebeteilen.

Die Wahl der Kartoffelknolle für Studien über Wundperiderm ist auch deshalb so vorteilhaft, weil die gespeicherten Nahrungsstoffe in den Stärkekörnern in direkt sichtbaren Formen vorliegen, sodaß sich also deren Verbrauch oder doch Umwandlung verhältnismäßig leicht im Verschwinden der Stärkekörner verfolgen läßt.

Daß die ungeheure Arbeitsleistung, zu welcher die Zellen durch eine Verwundung plötzlich bestimmt werden, große Mengen

an Energie und Material erfordert, liegt ja auf der Hand. Ich beobachtete daher auch bald an meinen Schnitten durch verschieden alte Vernarbungsstellen ein schnelles Schwinden der Stärke aus den beteiligten Zellen. Angaben hierüber fand ich auch bald in der Literatur bei Bretfeld[1]) und Massart[2]). Diese zwei Stellen differieren aber bedeutend in ihren Angaben. Massart selbst deutet diese Differenzen an. Während er nämlich gleich nach der Verwundung eine Korrosion beobachtete, waren bei Bretfeld oft die Körner noch ganz intakt, wenn schon 1—3 Peridermwände ausgebildet waren[3]).

Ich bemühte mich zunächst festzustellen, wer von beiden Autoren recht habe, und fand, daß die Beobachtungen beider richtig sein können, indem die Reife- und Ruhestadien der Versuchsknollen hierbei eine entscheidende Rolle spielen. Es ergab sich, daß unreife oder gar unentwickelte Knollen viele Teilungswände zu bilden vermögen, ohne ihre Reservestoffe anzurühren, während ausgereifte, in voller Winterruhe liegende Knollen sofort nach erfolgter Verwundung an eine Umbildung der Stärke in Wanderformen schreiten müssen. — Ich benutzte schon in Kap. II diese Beobachtung zur Erklärung der schnelleren Reaktionsfähigkeit unentwickelter Knollen gegenüber den ausgereiften. — Da aus zahlreichen Arbeiten über Zucker- und Fermentgehalt von Kartoffeln hervorgeht, daß die reifen, ruhenden Knollen weder Zucker noch Fermente enthalten, während unreife, unentwickelte oder sprießende Knollen reich daran sind[4]), ergibt ja schon die bloße Überlegung, daß Knollen auf verschiedenen Entwickelungsstufen sich in Betreff der beginnenden Korrosion verschieden verhalten müssen. Die Sache wird daher wohl die sein, daß Massart seine Beobachtungen an ausgereiften, Bretfeld an unreifen oder keimenden Knollen gemacht hat.

Einen weiteren Beleg für die Richtigkeit dieser meiner Deutung gibt Kny. Er fand nämlich, daß Knollen, die 23 Tage einer Temperatur von 6—7° ausgesetzt gewesen waren, schneller und ausgiebiger reagierten als solche, die bei 18—20° aufbewahrt gewesen waren. Da nun unter anderen Müller-Thurgau[5]) nachgewiesen hat, daß der Zuckergehalt in hohem Maße von der Temperatur abhängig ist, derart, daß kaltgestellte Knollen süß werden, eine Tatsache, die jeder Landwirt aus Erfahrung weiß, so mußten derartige Knollen mit ihren z. T. in Fluß befindlichen

---

[1]) l. c. p. 135.

[2]) l. c. p. 35.

[3]) p. 35, Abs.: „M. von Bretfeld a également observé la disparition cicatricielle de l'amidon; mais dans les pommes de terre de ses expériences l'amidon disparaissait plus tard que dans les miennes".

[4]) De Vries, (Landwirtschl. Jahrbücher 1878) fand in reifen Kartoffeln keinen Zucker. Rappard: Annalen d. Landwirtsch. 1867. Payen et Persoz: Ann. de Chim. et Phys. T. 55, fanden kein Ferment in ruhenden Knollen, wohl aber wenig Diastase in keimenden. Arthur Meyer drückt sich vorsichtiger aus, er sagt l. c. p. 220: „Kartoffelknollen enthalten im ruhenden Zustand weniger Diastase als im ausgetriebenen".

[5]) Landwirtsch. Jahrb. Bd. 11.

Reservestoffen schneller reagieren können, weil sie eben nicht erst Fermentbildungen und Stärkelösungen abzuwarten brauchten. Der Versuch zeigt unmittelbar, wie wohl bei Angaben über Schnelligkeit des Auftretens der Vernarbung und der damit verbundenen Reaktionen zu beachten ist, in welcher Form die Baustoff- und Energiequellen vorliegen. Ferner erklärt der Versuch aufs schönste meine an unentwickelten Knollen beobachtete, große Reaktionsfähigkeit gegen Wundreiz.

Da ich in der Literatur nur spärlich Angaben über den stufenweisen Verlauf der Stärkekorrosion bei Wunden fand, suchte ich durch eine Reihe von Versuchen dieser Frage näher zu treten.

Der bequemeren Bezeichnung wegen erschien es mir vorteilhaft, an der Wunde 3 Zellarten zu unterscheiden: Erstens die zwischen Wundfläche und Initialzellen liegenden „überschlagenen“ Zellagen, soweit sie überhaupt vorkommen, sie mögen „die Zellen vor der Initialzelle“ heißen, zweitens die Initialzellen selbst und drittens die auf die Initialzelle unmittelbar nach innen folgenden „Zellen hinter der Initialzelle“.

Ich benutzte für die Versuche Knollen, die mit Fehlingscher Lösung keine Zuckerreaktionen gaben. Was die Korrosion in den Initialzellen und in den Zellen davor angeht, ergab eine Untersuchung vom 10. Dezember folgendes.

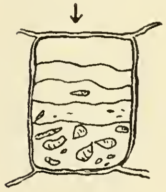


Fig. 4.

In den Initialzellen waren 4 Teilungswände entstanden, und zwar in zentripetaler Folge. Dabei war die Stärke der Initialzelle verschwunden, soweit die Teilungswände innerhalb der Initialzelle fortgeschritten waren; während also das der Wundfläche zugekehrte Ende völlig stärkeleer war, so weit Teilungswände vorhanden, war das entgegengesetzte Ende noch stärkeerfüllt. Die Korrosion scheint also innerhalb der Initialzelle etwa mit der Wandbildung gleichen Schritt zu halten. (Siehe Fig. 4.)

Gleichzeitig ging in den 2—3 Zellagen vor der Initialzelle eine z. T. recht lebhafte Korrosion vor sich. Auf einem gewissen Stadium bildet die Reihe der Initialzellen einen aufgehellten Streifen; die Zellen davor sind in Aufhellung begriffen.

Eine Notiz vom 12. Dezember über denselben Versuch besagt: Die Korrosion der Stärke vor der Initialzelle war ganz bedeutend fortgeschritten, bis in die äußersten Zellen hinaus. Vom 15. Dezember: Die Korrosion der Stärke vor der Initialzelle schritt rüstig fort. Hinter der Initialzelle war von einem Verschwinden nichts zu merken, das Phellogen des entstehenden Wundperiderms schien die Grenze zu bilden, so lange noch vorne Stärke vorhanden war.

Es scheint hiernach in der Tat der Knolle besonders darauf anzukommen, die Stärke der Zellen vor der Initialzelle zu retten, bevor der Weg durch die sich verkorkenden Peridermwände

verbaut ist. Man könnte hier wohl an eine Analogie mit dem Entleeren der Blätter im Herbst denken. Wenn auch der geschilderte Vorgang schon wegen der verschiedenen Reaktionsfähigkeit der einzelnen Zellen gegen Wundreiz naturgemäß vielfachen Modifikationen unterworfen ist, so daß ich im allgemeinen wohl Bretfelds Behauptung[1]) zustimmen kann, daß das Verhältnis des Stärkereichtums der Zellen zum Alter der Peridermzellen kein konstantes ist, glaube ich doch, daß das Abschmelzen im großen und ganzen nach dem beschriebenen Vorgang erfolgt.

Was nun das Schwinden der Stärke in den Zellen hinter der Initialzelle angeht, scheint Bretfeld anzunehmen, daß hier überhaupt keine Korrosion entsteht, sondern daß sich das Periderm lediglich aus der Stärke der Initialzellen aufbaut und mit deren Verbrauch abschließt, wenigstens sagt er pag. 135: „und wenn etwa 13—14 Peridermzellen gebildet und verkorkt sind, ist nun schließlich keine Stärke mehr vorhanden, und die Peridermbildung hat ihr Ende erreicht". Massart ist zweifelhaft, ob die Stärke hinter der Initialzelle benutzt werden kann, er sagt pag. 34: „L'amidon est sans doute employé à la nutrition de la cellule; il semble même que les éléments qui réagissent peuvent en emprunter à leurs voisins".

Ich habe zur Klarstellung dieser Frage zahlreiche Beobachtungen angestellt und bin zu dem Ergebnis gekommen, daß die Stärke hinter der Initialzelle in vielen Fällen ohne Zweifel mit herangezogen wird. Unter vielen sei nur ein Versuch vom 10. November erwähnt, der die Frage sofort entscheidet:

Ich legte ein Gewebeprisma zum Vernarben hin, das im Querschnitt aus 8 Zellschichten bestand. Die Peridermanordnung nach Vollendung des Prozesses war folgende: Auf dem Querschnitt war die zweite Zellage rund herum zur Initialzelle geworden, es hatten sich 6 Teilungswände abgesondert. Vor der rundherum laufenden Initialzellenreihe waren also 4 Zellschichten eingeschlossen, sie stellten demnach in diesem Falle die Zellen hinter der Initialzelle dar. Nun war nach Ausbildung der 6 Teilungswände die Stärke bis auf kleine Reste aus dem ganzen Stück verschwunden, also auch die Zellen hinter der Initialzelle hatten ihre Stärke hergeben müssen.

Auch an Wunden ganzer, angeschnittener Knollen habe ich oft die Stärke aus diesen Zellen bis zu 3 Zellschichten tief verschwinden sehen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß auch diese scheinbar unbeteiligten Zellen manchmal Material zum Aufbau der sie schützenden Peridermdecke liefern müssen.

Das Wegschmelzen der Stärkekörner in den Zellen vor der Initialzelle zeigt übrigens besser als jede Plasmolyse, daß die überschlagenen Zellen in der Tat leben. Massarts Be-

---

[1]) l. c. p. 135.

hauptung[1]), daß die überschlagenen Zellen tot seien, ist, wenigstens in den meisten Fällen, unrichtig.

V. Die Leistungsfähigkeit des Wundperiderms.

Es schien mir neben der Betrachtung des allmählichen anatomischen Aufbaues des Wundperiderms auch von Interesse zu sein, durch Versuche festzustellen, wann und wie das entstehende Periderm die Rolle der durch die Verwundung entfernten Hülle übernehmen kann.

Was die Hauptfunktion des Periderms angeht, den Schutz gegen Mikroorganismen, so weisen schon Schacht und Frank[2]) darauf hin, wie verhängnisvoll die Lenticellenwucherungen den Knollen deshalb werden, weil sie keine genügende Peridermbildung unter sich aufkommen lassen und dadurch zu Angriffspforten von Parasiten werden. Auch im Laufe meiner Untersuchungen hatte ich häufig Gelegenheit, zu beobachten, wie leicht verwundete Gewebe, besonders bei großer Feuchtigkeit, vor allem Schimmelpilzen und Fäulnisbakterien zum Opfer fallen. Unter schon infizierten Stellen versucht die Knolle dann fortgesetzt, schützende Peridermzellen abzusondern, und oft läßt sich beobachten, daß es ihr, wenn die Wachstumbedingungen der Parasiten nicht zu günstig sind, gelingt, den Infektionsherd abzusperren.

Einige Anhaltspunkte für die defensive Tätigkeit gegen von außen eindringende Feinde gibt vielleicht ein Versuch, der gelegentlich des Studiums der Ätherwirkung auf Wunden gemacht wurde:

Knollenstücke, deren Schnittflächen 12 Tage hindurch sich hatten vernarben können, wurden in ätherdampfgesättigte Luft gelegt. Es konnte deutlich festgestellt werden, daß der Äther nicht die lähmende Wirkung hatte haben können, wie an frischen Wunden. Die Peridermbildung war in normaler Weise fortgeschritten, und das Vernarbungsgewebe hatte einen normalen Umfang erreicht.

Weitere Anhaltspunkte sollte folgende Versuchsanordnung liefern:

Ganzgeschälte, völlig vernarbte Knollen und Knollen mit unverletztem Hautgewebe wurden auf ihrer Oberfläche sorgfältig mit Thymollösung abgewaschen und dann in ein Glas mit Leitungswasser getan, um zu sehen, welche sich am längsten gegen die im Wasser sich in großen Mengen entwickelnden Fäulniserreger unversehrt zu halten vermochten. Interessant war die Beobachtung, daß die Knollen mit Vernarbungsgewebe sich auf ihrer ganzen Oberfläche schon nach 2 Tagen mit einem

---

[1]) l. c. p. 31. „Souvent plusieurs couches de cellules meurent encore sous la lésion et les phénomènes de cicatrisation n'apparaissent qu'à une distance plus ou moins grande de la surface lésée".

[2]) Frank l. c. p. 105.

dicken Pelz von Mycelfäden bedeckten, und dann glatt und schleimig anzufühlen waren. Offenbar hatten die Mikroorganismen in den auf dergleichen vernarbten Schnittwunden in reichlicher Menge sich findenden Zellresten und ausgetretenen Stärkekörnern ein gutes Substrat gefunden.

Obwohl die normale Korkschale nicht diese günstigen Nahrungsbedingungen bot, da die Mycelbehaarung auf ihnen nur an einer Knolle stellenweise zu beobachten war, hatten sie dennoch nicht in dem Maße dem Eindringen der Fäulniserreger standhalten können. Das Ergebnis war nach 15 Tagen nämlich, daß sämtliche Knollen mit normalem Hautgewebe durchgefault und in eine schleimige Masse aufgelöst waren, während die Knollen mit Wundkork ganz unversehrt geblieben; nur an einem Objekt befand sich eine angefaulte Stelle von der Größe eines Pfennigs. Es scheint doch, als wenn das junge Hautgewebe in diesem Stücke seinen Zweck besser erfüllt. Ich deutete schon darauf hin, daß die frischgeernteten Knollen, verglichen mit den vorjährigen, sich viel resistenter gegen Fäulniserreger erwiesen. Man muß wohl annehmen, daß das alte Hautgewebe mit dem Alter kleine, unsichtbare Risse bekommt, vielleicht infolge des Schrumpfens der Knolle, die dann den Angreifern willkommene Einlaßpforten bieten.

Neben diesem Schutz gegen Mikroorganismen vermag das Periderm auch als Transpirationsschutz zu dienen. Wenn die Kartoffelknolle auch unter natürlichen Verhältnissen dazu bestimmt ist, in der dampfgesättigten Erde zu vegetieren, besitzt sie dennoch in der normalen Korkhaut ein Mittel, um auch in nicht zu trockener Umgebung auf eine gewisse Zeit sich gegen Welken zu schützen. Wie das Wundperiderm auch diese Aufgabe übernimmt, zeigt folgender Versuch:

Eine Reihe annähernd gleich großer Knollen derselben Ernte wurden geschält und im dampfgesättigten Raum aufbewahrt, so daß sie nicht imstande waren, erhebliche Mengen des normal in ihnen enthaltenen Wassers zu verdunsten. In Zwischenräumen von 6 zu 6 Tagen wurden dann die Knollen einzeln herausgenommen, gewogen und genau 48 Stunden lang mit einer normalen, ebenfalls gewogenen Knolle der Zimmertemperatur ausgesetzt. Durch abermaliges Wägen wurde die in dieser Zeit von beiden abgegebene Wassermenge festgestellt und beide Zahlen in g verdunstetes Wasser pro g Gewebe umgerechnet und aus beiden Zahlen der Quotient gebildet. Die erhaltenen Werte gaben dann Anhaltspunkte dafür, in welchem Maße das gebildete Periderm in seinen Leistungen als Verdunstungshemmung sich der Leistung der normalen Korkhaut näherte. Der Versuch dauerte einen Monat, die 5 berechneten Werte verhielten sich wie:

$$14{,}46 : 9{,}71 : 4{,}74 : 3{,}92 : 3{,}00.$$

Daß das Periderm nach 30 Tagen noch nicht die Funktion in vollem Maße übernehmen kann, entspricht nicht den normalen

Verhältnissen, sondern ist lediglich dadurch verursacht, daß ich gezwungen war, die Vernarbung im dampfgesättigten Raum vor sich gehen zu lassen, wo sie erfahrungsmäßig verzögert wird, wie ich in Kap. VI näher auszuführen haben werde.

Der ganze Versuch ist natürlich viel zu roh, als daß er ganz exakte Resultate hätte liefern können: er soll lediglich einige Anhaltspunkte zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Wundperiderms auch in dieser Beziehung bieten.

Ganz exakt läßt sich der Versuch überhaupt nicht durchführen.

VI. Die Wundperidermbildung in ihrer Abhängigkeit von äußeren Einflüssen.

a. Das Licht.

Obwohl Kny[1]) zu dem zweifellos richtigen Resultat gekommen ist, daß das Licht bei der Peridermbildung direkt eine erhebliche Rolle nicht spielt, indem sich die Wunden im diffusen Tageslicht und in der Dunkelheit gleich schnell vernarben und verkorken[2]), stellte ich nichtsdestoweniger eine Reihe von Versuchen an, da ich dennoch einen Einfluß des Lichtes, allerdings in einem anderen Sinne wie Kny, nachzuweisen hoffte.

Er spricht pag. 155 den Gedanken aus, die durch Belichtung eingeleitete Ergrünung der Leukoplasten würde zuerst die Peridermbildung verzögern, dann aber durch Assimilationstätigkeit beschleunigen, weil hierdurch ein Überschuß von Baumaterialien zur Verfügung gestellt werden sollte. Nach meinen Erfahrungen kann aber nach dieser Richtung hin nur von einer ganz minimalen Rolle des Lichtes gesprochen werden, denn, wie ich mich überzeugte, sind, bevor sich die Chlorophyllkörner gebildet, und bevor sie zu assimilieren anfangen können, solche Mengen von Zucker durch diastatische Umbildung der Stärke flüssig gemacht, daß das Hinzukommen von Assimilationsstärke keinen merkbaren Unterschied wird hervorrufen können. Folgende Versuche berechtigten mich zu diesen Schlüssen.

Am 27. Mai wurden grüngewordene Knollen — sie hatten 14 Tage im Licht gelegen — angeschnitten und z. T. ins Licht, z. T. in die Dunkelheit gelegt, so daß also die eine Hälfte der Knollen assimilieren konnte.

Am 2. Juni wurden beide Partien untersucht, ein Unterschied in der Vernarbung war kaum festzustellen. Am 4. Juni wurden sie noch einmal verglichen, doch wieder mit demselben Ergebnis. Das Gewebe der belichteten Knollen war straffer und frischer.

---

[1]) l. c. p. 157.

[2]) Tittmann: Physiologische Untersuchungen über Kallusbildung an Stecklingen holziger Gewächse; (Pringsheims Jahrbücher. 127. p. 93 ff.) er fand, daß die dem Wundperiderm analoge Bildung, der Kallus, auch von der Belichtung unabhängig ist.

Ob eine gleichzeitige Chlorophyllbildung und Peridermbildung diese verzögert, suchte ich durch folgenden Versuch zu entscheiden:

Am 4. Juni wurden halbierte Knollen teils ins Licht, teils in die Dunkelheit gelegt. Der Anfang der Peridermbildung begann jedoch, so weit ich es übersehen konnte, bei beiden Partien gleichzeitig.

Die Ergebnisse dieser beiden letzten Versuche erschienen mir selbstverständlich, denn nach den Erfahrungen, die ich schon durch das Vergleichen von Knollen verschiedener Alters- und Reifestadien gemacht hatte, können nur solche Mittel in ernährungsphysiologischer Richtung die Peridermbildung beeinflussen, die **schnell** Baustoffe in brauchbarer Form zu bieten vermögen, denn Baustoffe sind genug da. Kny selbst beweist die Richtigkeit dieser meiner Erfahrung mit seinem Versuch über Vernarbung vorher in der Kälte süß gewordener Knollen aufs schönste. Dadurch, daß er die Kälte als ein Mittel benutzte, um die Stärke schon vor der Verwundung flüssig zu machen, konnte er eine Beschleunigung der Peridermbildung erzielen. Er brachte die reifen Knollen gewissermaßen auf das Stadium zurück, auf welchem meine unreifen und unentwickelten Knollen standen, der Erfolg war daher auch derselbe. Aus ebendemselben Grunde waren auch sicher Versuche, durch die ich mittelst Besprengung mit Nährlösung[1]) die belichteten Stücke zu einer schnelleren Vernarbung zu zwingen suchte, ganz erfolglos; es war eben auch kein Mittel, das Baustoffe schnell zur Hand schaffte.

Da das Licht als Assimilationsfaktor keinen Einfluß hatte, versuchte ich, eine Beeinflussung in anderer Richtung nachzuweisen.

Ich hatte schon bei den oben beschriebenen Versuchen bemerkt, daß die belichteten Stücke ein frischeres Aussehen behielten. Um dies weiter zu verfolgen, suchte ich die Wirkung des Lichtes auf das Gewebe dadurch möglichst zu steigern, daß ich das zu belichtende Gewebe in Formen schnitt, die dem Blattypus möglichst nahe kamen, also große, breite Scheiben von geringer Dicke. Besonders geeignet war hier wieder die Schale, weil hier die Möglichkeit vorlag, die Stücke so dünn zu machen, daß eine Durchleuchtung des ganzen Gewebes tunlich wurde. Trotzdem hierdurch optimale Bedingungen für die Wirkung des Lichtes geschaffen waren, vermochte dasselbe doch nicht, die Vernarbung zu verzögern, wohl aber im weiteren Verlauf zu begünstigen, wie aus einer Versuchsnotiz vom 16. Juni hervorgeht:

Heute wurden die Schalenstücke untersucht, die 3 Tage z. T. im Licht, z. T. in der Dunkelheit gelegen hatten. Beide Partien zeigten im Durchschnitt 2—3 Teilungswände, ohne daß ein Unterschied nach der einen oder anderen Seite hin zu konstatieren war.

---

[1]) Sie bestand aus: 0,5 g KNO_3, 0.25 g $CaSO_4$; 0,25 K_3PO_4; 0,25 g $MgCO_3$ in Leitungswasser.

Aber im weiteren Verlauf trat insofern eine Begünstigung der belichteten Stücke ein, als sie länger am Leben blieben und ihr Gewebe sich straff und frisch hielt: kein Wunder also, daß auch die Peridermbildung kräftiger und ausgiebiger wurde. Es gelang mir, die Schalen bis 4 Wochen frisch zu halten. Da die Gewebeteile so dick gewählt waren, daß Stärke im Überschuß vorhanden blieb, scheint mir diese Wirkung des Lichtes nicht so viel auf einer Assimilationstätigkeit als solche zu beruhen, vielmehr scheint sie mir dadurch hervorgerufen zu sein, daß durch das Ergrünen der Leukoplasten die Atmung, die Transpiration, überhaupt die ganze Lebenstätigkeit der Zelle erhöht worden ist, eine Erfahrung, die B. Schmid ebenfalls in seinen Versuchen über die „Ruheperiode der Kartoffelknolle"[1]) gemacht hat. Also insofern durch die Belichtung eine Erhöhung der Lebenstätigkeit der schon durch das Bloßlegen stark benachteiligten Zellen bewirkt wird, kann man wohl von einem günstigen Einfluß des Lichtes auf die Wundperidermbildung sprechen.

Massart[2]) schreibt dem Lichte noch eine besondere Rolle bei der Wundverheilung zu. Er kommt zu dem Ergebnis, daß der Wundreiz aus zwei Reizen besteht, einem „excitant méragogue" und einem „excitant phellagogue". Das Licht nun soll eine „action méragogue" ausüben. Er glaubt dies aus den Beobachtungen von Douliot[3]) schließen zu dürfen, der gesehen hat, „que le périderme est beaucoup plus épais sur la face éclairée d'un rameau que sur la face ombragée", und Massart folgert hieraus gleich: „l'action méragogue de la lumière est donc manifeste"[4]). Z. Kamerling[5]) meint in seinem Referat über Massart's Arbeit, daß man hier höchstens von einem größeren Bedürfnis des Transpirationsschutzes sprechen könne. Es wird dies wohl auch die einzige Folgerung sein, die man aus dieser Beobachtung ziehen kann, umsomehr als es ja eine allgemein bekannte Tatsache ist, daß die Dicke eines Gewebes, das eine übermäßige Transpiration verhindern soll, im Verhältnis zu den vorliegenden Bedürfnissen sich ausbildet.

Was das Wiederverschwinden schon gebildeter Chlorophyllkörner angeht, sagt Massart pag. 35 „Quant aux chloroplastes, ils disparaissent dans tous les cas où il va se former du liège, ils persistent quand les cellules filles auront à remplir des fonctions assimilatrices". Ich habe diese Gesetzmäßigkeit nicht feststellen können. Meine diesbezüglichen Untersuchungen gehen aus folgenden Versuchsnotizen hervor.

31. Oktober: Am 21. Oktober legte ich frischverwundete, vorher ergrünte Knollen z. T. ins Licht, z. T. in die Dunkelheit, um zu sehen, ob das Licht auf das Verschwinden der Chloro-

[1]) Berichte der deutschen botan. Gesellsch. Bd. XIX. Heft 2. p. 82.
[2]) l. c. p. 45.
[3]) Douliot, H., Recherches sur le périderme. (Ann. Sc. Nat. Bot. VII. Série. Vol. X. 1889. p. 325.)
[4]) l. c. p. 45.
[5]) Flora. 1898. p. 499. Absatz 2.

plasten einen Einfluß ausübte. Die Knollen wurden heute untersucht, ich fand bei beiden Partien im allgemeinen innerhalb der kambiumartigen Teilung keine oder nur wenige Chloroplasten. Ein durchgehender Unterschied war nicht bemerkbar.

25. November: Heute wurden Schnittwunden ergrünter Knollen, die 4 Wochen hindurch unter einer dunklen Glocke sich hatten vernarben können, untersucht. Die Stärke war aus den Peridermzellen und auch aus 3—4 Zellschichten hinter der Initialzelle bis auf wenige, nadelspitz zugeschmolzene Körner verschwunden. Chloroplasten fanden sich in dieser letzteren Partie in großen Mengen, auch innerhalb der verkorkten, aber nicht abgestorbenen Teilungswände waren solche zu bemerken.

Es geht also aus diesen Versuchen hervor, daß der Umstand, ob die Chloroplasten assimilieren oder nicht, ihr Verschwinden kaum beeinflußt. Es ist freilich wohl hervorzuheben, daß Massart seine Versuche an Blättern gemacht hat, die sich sicher hierhin anders verhalten als die nicht zum Assimilieren bestimmten, mit Reservestoffen vollgestopften Zellen der Kartoffel.

b. Der Sauerstoff.

Über den Einfluß des Sauerstoffs auf die Peridermbildung hat Kny schon sehr exakte Versuche angestellt und gefunden, daß ohne Sauerstoff weder eine kambiumartige Teilung der Initialzellen, noch eine chemische Verkorkung der Teilungswände erfolgen kann. Knollenhälften, die 12 Tage hindurch in reinem Wasserstoff verweilten, hatten keine Teilungswände abgeschieden, während die Knollenhälften der Kontrollglocke 7 erzeugten. Auch die letzteren nur ergaben mit Chlorzinkjodlösung Korkreaktionen.

Ich habe mich auch im Laufe meiner Untersuchungen häufig von der großen Wirkung des freien Sauerstoffzutritts überzeugt.

Freie Wunden, die freilich dann vor zu großer Transpiration wohl zu schützen waren, vernarbten und verkorkten immer viel schneller als Wunden, die einen ungehinderten O-Zutritt nicht zuließen, wie z. B. Wunden zeigten, die durch Hineinstoßen eines Glasstabes in die Knollen entstanden waren. Die Peridermbildung war dann im höchsten Maße davon abhängig, ob der Stab in der Wunde stecken blieb oder gleich wieder herausgezogen wurde.

Weitere Beweise für die Richtigkeit der Kny'schen Behauptung gaben Versuche mit Knollenfragmenten unter langsam fließendem Wasser, verglichen mit solchen an freier Luft. Die Anordnung des Versuchs war folgende:

10. November: Verglichen wurden Knollenstücke, die seit dem 30. Oktober unter fließendem Leitungswasser gelegen hatten, mit solchen, die unter einer von Leitungswasser umflossenen, tubulierten Glocke — um die Temperatur für beide Versuchsobjekte gleich zu machen — gelegen hatten. Die Stücke, die

unter freiem O-Zutritt vernarbt waren, hatten ein Periderm ausgebildet, welches das der Stücke unter Wasser deutlich übertraf.

Massart gelangte ebenfalls zur vollen Bestätigung der Knyschen Versuche, er sagt hierüber pag. 45: „on peut affirmer avec certitude que l'exposition à l'air libre active la réaction."

c. Feuchtigkeitseinflüsse.

Wie die Notwendigkeit, die verwundeten Knollen unter nichttubulierten Glocken zu halten, schon zeigt, ist die Feuchtigkeit der die Wunden umgebenden Atmosphäre von der größten Bedeutung. Es wurde wiederholt versucht, ob es nicht gelingen würde, an freiliegenden Knollen Peridermbildung entstehen zu lassen, doch gelang dies im geheizten Zimmer und während der Sommerwärme nie; die obersten Zellen unter der Wunde trockneten ein, ohne vorher zu einer Peridermabsonderung zu schreiten, der Rest des Knollenparenchyms wurde welk und schlaff. Dies mag auch Schacht[1]) zu dem sonderbaren Schluß verleitet haben, daß halbierte Knollen nur vernarben, wenn man sie mit der Wundfläche nach unten hinlegt, nicht aber, wenn die Wundfläche nach oben gekehrt wird. Bretfeld[2]) erwähnt diesen Versuch und fügt hinzu, er könne sich nicht denken, wie Schacht zu dieser Behauptung gekommen sei. Ich glaube, die Sache liegt einfach so: Legt man die Knollenhälften ohne Glocke auf einen glatten Teller z. T. auf die Wundfläche, z. T. auf die Schalenfläche, vermögen die ersteren die Transpiration derart einzuschränken, daß bei ihnen, besonders in der Mitte, ein gut ausgebildetes Periderm entsteht, während die letzteren einfach oberflächlich vertrocknen. Legt man die nach unten gekehrten Wundflächen statt auf den glatten Tellerboden auf zwei Glasstäbe, derart, daß die Luft darunter freien Zutritt hat, vertrocken auch sie ohne Peridermbildung. Mit einem eventuellen Einfluß der Schwerkraft hat das Ergebnis nichts zu tun, denn sie beeinflußt, wie ich mich überzeugt habe, die Peridermbildung nicht im geringsten. Bretfeld wird wohl den Versuch unter einer Glasglocke wiederholt haben; dann ist freilich das Ergebnis gerade das entgegengesetzte: die auf der Wundfläche ruhenden Knollenhälften vernarben jetzt weniger gut, denn nun spielt die eingeschränkte O-Zufuhr die entscheidende Rolle. Jedenfalls zeigt schon dieser einfache Versuch, daß zu große Trockenheit eine Vernarbung der Wunde in so parenchymreichem Gewebe, wie das Kartoffelgewebe es ist, überhaupt verhindern kann.

Um nun das Optimum der Feuchtigkeitszufuhr zu finden, stellte ich Versuche in immer feuchter werdender Umgebung bis zum völlig dampfgesättigten Raum und zum Untertauchen der Versuchsobjekte unter Wasser an. Wie schon eingangs erwähnt, ergaben die Vergleiche, daß die Peridermbildung am besten

---

[1]) Schacht: Anatomie und Physiologie der Gewächse. Teil I., p. 291.
[2]) l. c. p. 136.

unter nichttubulierten Glasglocken, unter denen die Knollen in mäßig angefeuchteten Sägespänen lagen, gelang. Da häufig gelüftet werden muß, kann man die Luft wohl unter solchen Glocken als „mäßig feucht“ ansprechen. In der ganz heißen Jahreszeit wurde es noch nötig, die Glocken mit Fließpapier auszukleiden und dies von Zeit zu Zeit anzufeuchten. Am besten erkennt man den zuträglichsten Feuchtigkeitsgrad daran, daß das Gewebe straff bleibt, ohne daß es feucht aussieht. Bei größerer Feuchtigkeit gelang die Vernarbung schon nicht so gut und unterblieb nicht selten ganz. Eine Versuchsnotiz vom 25. November besagt hierüber folgendes:

Heute wurden Knollenhälften untersucht, die seit dem 18. November im dampfgesättigten Raum gelegen haben. Infolge der großen Feuchtigkeit waren dieselben z. T. in Fäulnis übergegangen, doch war für eine Untersuchung der Wundoberfläche noch gesundes Gewebe genug vorhanden. Es hatten sich nur verhältnismäßig wenige Teilungswände gebildet, z. T. überhaupt keine, indem die Oberfläche zahlreiche Zellsprossungen zeigte.

Zu einer Besprechung der erwähnten Zellsprossungen komme ich weiter unten. Der Versuch, der nur eins von vielen Beispielen ist, zeigt jedenfalls deutlich, daß die übermäßige Feuchtigkeit die Vernarbung entschieden benachteiligt hatte. Die Ergebnisse meiner Untersuchungen stimmen mit den in der Literatur beschriebenen Beobachtungen gut überein. Frank[1]) kommt zu dem Resultat, daß starke Trockenheit die Wundkorkbildung verhindern könne, besonders wenn die Wunde im Verhältnis zum Volumen des Pflanzenteils groß sei. Übermäßige Feuchtigkeit sei der Peridermbildung ebenfalls hinderlich, weil sie „tiefeingereifende Zersetzungserscheinungen“ bedinge. Zu ganz entsprechenden Resultaten kommen Figdor[2]) und Kny[3]).

Was mag nun der Grund für die nachteilige Wirkung großer Feuchtigkeit sein?

Frank meint „tiefeingreifende Zersetzungen“. Ich glaube nicht, daß das immer die primäre Ursache ist, sondern oft erst eine sekundäre Erscheinung darstellt, denn wenn man die Zersetzungen durch geeignete Mittel ausschließt, bleibt die nachteilige Wirkung doch bestehen, wie ich unten näher zeigen werde. Gegen Franks Ansicht spricht auch die Tatsache, daß rund um Zersetzungsherde, wenn die Peridermbildung überhaupt den Sieg davonträgt, sich stets ein kräftiges Periderm ausbildet. Besonders ist mir aufgefallen, daß das Periderm an solchen Stellen die reinbraune Farbe des Korkes zeigt. Man könnte hier vielleicht eher daran denken, daß der chemische Reiz, der von solchen Zersetzungsherden ausgeht, das Nachbargewebe umso-

---

[1]) l. c. p. 63.

[2]) l. c. p. 186. „Die Peridermbildung bei der Kartoffelknolle wird erwiesenermaßen im dampfgesättigten Raum verlangsamt.“

[3]) l. c. p. 155. Absatz: „Knollenhälften, die von halbfeuchter Luft umgeben waren, bildeten am raschesten und reichlichsten Wundkork.

mehr anspornt, hier die drohende Gefahr der Infektion durch ein besonders kräftiges Schutzmittel abzusperren[1]).

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei Brandwunden: die abgetöteten Zellen gehen leicht in Zersetzung über, aber nichtsdestoweniger bildet sich unter ihnen, wenn die Zersetzung nicht zu schnell um sich greift, ein kräftiges Wundperiderm aus.

Wenn Frank von tiefeingreifenden Zersetzungen spricht, denkt er wohl weniger an diese vom Periderm überwundenen Infektionen, als an Fälle, bei denen die Zersetzung so schnell fortschreitet, daß eine Wundkorkbildung überhaupt nicht erst aufkommt.

Da große Feuchtigkeit natürlich die Transpiration aus der Wunde erheblich herabsetzt, liegt es ebenfalls nahe, anzunehmen, die Verminderung derselben übe die nachteiligen Folgen aus. Man muß der Transpiration sicher eine Rolle bei den Vernarbungserscheinungen zusprechen, aber wohl kaum in dem Maße, wie Massart tut, indem er den „excitant phellagogue“, den Reiz, der die chemische Verkorkung einleiten soll, hauptsächlich von der Transpiration ausgehen läßt[2]). Für die Kartoffelknolle ist diese Annahme jedenfalls unrichtig, was er freilich auch selbst zugibt.

Ich machte, um die Transpirations- und Zersetzungswirkung sicher auszuschließen, folgendes: In einen großen Glastrichter wurden Knollenfragmente zum Vernarben gelegt und dieser unter den Hahn der Wasserleitung gehängt. Der Zu- und Abfluß des Wassers wurde derart geregelt, daß die Versuchsobjekte immer unter Wasser blieben. Durch diese Anordnung wurde jede Zersetzung ausgeschlossen, indem das immerfließende, kühle, O-reiche Wasser keine Ansiedlung von Mikroorganismen zuließ; die Stücke blieben frisch, obwohl der Versuch sich über Monate ausdehnte. Die Ergebnisse waren folgende:

10. November: Heute wurden Stücke, die seit dem 21. Okt. unter fließendem Wasser gelegen hatten, auf Korkbildung untersucht: sie gaben mit Chlorzinkjodlösung deutlich Korkreaktionen. Die Verkorkung erstreckte sich auf eine äußere, nicht in Teilung übergegangene Zellschicht und auf alle Teilungswände des Periderms mit Ausnahme der beiden jüngsten. Freilich stand die Mächtigkeit des Periderms sowohl wie die Ausdehnung der chemischen Verkorkung, etwas hinter der Vernarbung der Kontrollknollen, die an der freien Luft unter einer mit fließendem Wasser des Trichters umspülten Glasglocke gelegen hatten, zurück.

---

[1]) Vöchting, l. c. p. 115: „Ausgesprochene Korkbildung findet stets statt, wenn ganze Zellgruppen oder einzelne Zellen in Zersetzung übergehen“.

Reinke, J. u. Berthold, G., l. c. p. 18: „Ein durch die Fäulnisbeule geführter Längsschnitt lehrte nun, daß dieselbe durch eine in einem wechselnden Abstand von der Wundfläche verlaufende, von dem gesunden Gewebe der Kartoffel abgeschiedene, dicke Korkschicht vollständig abgegrenzt wird.

[2]) l. c. p. 58: „on en arrive donc forcément à considérer la transpiration comme le principal excitant phellagogue“.

Neben Massart findet sich in der Literatur besonders bei Küster die Auffassung vertreten, daß die Transpiration eine unerläßliche Bedingung für das Zustandekommen von Wundkork sei. Er sagt l. c. pag. 187: „Gewebe, welche der Kallusbildung unfähig zu sein scheinen, wie das Parenchym der Kartoffelknolle, entwickeln nach Verwundungen nur dann Wundkork, wenn Transpiration möglich ist; unter Wasser bleibt die Wundkorkbildung aus". Wie unrichtig diese Behauptung ist, zeigt ohne weiteres mein Versuch mit den Knollen unter Wasser. Also von einem Ausbleiben der chemischen Verkorkung oder gar der Peridermbildung überhaupt kann bei der Kartoffel jedenfalls nicht die Rede sein. Nach meinen Beobachtungen hängt dieser Prozeß in viel größerem Maße von dem freien Zutritt des Sauerstoffs ab. Freiliegende Wunden schreiten nämlich sehr bald zur Verkorkung ihrer abgeschiedenen Peridermwände. So fand ich, daß an einer 7 Tage alten, freiliegenden Wunde von den 6—8 abgesonderten Teilungswänden alle mit Ausnahme der 2 jüngsten verkorkt waren. Die Rolle des Transpirationsvorganges scheint nach diesen Versuchen überhaupt nicht eine sehr große zu sein. Zu derselben Ansicht kommt man übrigens auch durch die Betrachtung einer Brandwunde, bei der die verkleisterten, impermeablen Schichten der abgestorbenen Zellen jedenfalls so gut wie keine Transpiration zulassen[1]). Ferner spricht auch die Tatsache mit, daß innere Zerreißungen des Gewebes, wie sie leicht durch Quetschen oder Drillen der Knollen entstehen, auch durch völlig normale Peridermbildungen abgeschlossen werden[2]).

Da weder Zersetzungserscheinungen, noch fehlende Transpiration das mangelhafte Zustandekommen eines Periderms bei großer Feuchtigkeit recht erklären, versuchte ich, durch zahlreiche Beobachtungen an den schon erwähnten Zellsprossungen zu einer Erklärung des Phänomens zu kommen.

Es kam vielfach vor, daß, wenn die Wachstumsbedingungen für die durch Wunden bloßgelegten Zellen sehr günstig waren, diese nicht auf den Wundreiz reagierten, indem sie Vernarbungsgewebe bildeten, sondern indem sie zu Zellmassen und Zellreihen von oft höchst bizarren Formen aussproßten. (Fig. 5.) Hanstein[3]) charakterisiert sie sehr treffend als „kryptogamische Wachstumstypen" und bezeichnet die Bildung als „Blastogen", das bei Gegenwart von Wasser und feuchter Luft zu immer größeren Massen auswuchere. Die Beschreibung, die Frank von der Kallusbildung[4]) gibt, legt es einem sehr nahe, hier an eine versuchte Umwandlung des Periderms in Kallus zu denken.

---

[1]) Siehe hierüber auch Bretfeld, l. c. p. 136.

[2]) Bretfeld, l. c. p. 138.

[3]) Hanstein, J. v., Beiträge zur allgemeinen Morphologie der Pflanzen. Bd. IV. p. 137. Bonn 1882.

[4]) l. c. p. 60: „Der Kallus dagegen kommt stets als ein Spitzenwachstum der betreffenden Zellen zustande, welches gegen die Wunde gerichtet ist, so daß die Zellen zu Schläuchen und Zellreihen auswachsen . . ."

Es gelang mir immer, die Bildung an Stellen zu erzeugen, wo feuchte, für das Wachstum günstige Räume hergestellt wurden. Besonders erfolgte die Wucherung sehr schön, wenn ich in eine

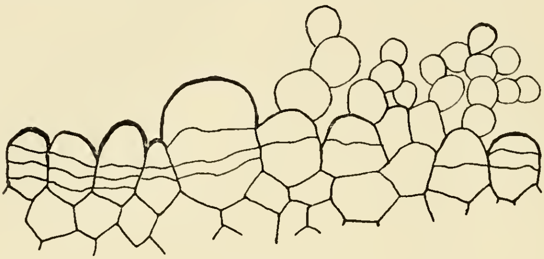


Fig. 5.

klaffende Schnittwunde eine trennende Membran, etwa Fließpapier, legte, die Wunde leicht zudrückte und den Rand mit Vaseline verstrich. Derartig behandelte Wunden erzeugten in den meisten Fällen überhaupt kein Peridermgewebe, sondern die Schnittflächen begannen, in diese charakteristische Wachstumstypen auszuwuchern. Die Wachstumsbedingungen waren ja auch durch die Anordnung des Versuches die möglichst günstigsten, insofern der organische Zusammenhang der Zellen nur durch die eingeschobene, leicht für Wasser und Säfte passierbare Filtrierpapierwand, die nur ein Verwachsen der Wundfläche verhinderte, geändert war. Durch das Verstreichen der Wunde war der Zutritt für Mikroorganismen und freie Luft sowie eine anormale Transpiration unmöglich gemacht; kurz, alle Faktoren, die bei der Vernarbung eine Rolle spielen, waren ausgeschaltet, nur der Wundreiz war geblieben. Interessant war nun zu beobachten, daß, sobald eine dieser genannten Faktoren seinen Einfluß geltend machen konnte, meist sofort eine Peridermbildung versucht wurde. So geschah es häufiger, daß die beim Schnitt in die Wunde hineingelangten Bakterien Zersetzungsherde geschaffen hatten; gleich wurden auch solche Stellen von Wundperiderm eingeschlossen.

Die Herstellung derartiger Zellwucherungen an Schnittflächen gelang auch gut nach Vöchtings Vorgang[1]): Kleine Prismen werden aus dem Gewebe herausgehoben, um einige mm gekürzt und wieder hineingeschoben. Die dadurch im Gewebe entstandenen kleinen Höhlen füllten sich dann allmählich mit Zellmassen, die aus den Wänden sproßten.

Es erschien mir nun sehr bemerkenswert, daß bei feuchtliegenden Wunden diese Blastogenbildungen ebenfalls oft anstelle des normalen Periderms entstanden, so daß stellenweise überhaupt kein Wundverschluß aufkam. Ich erinnere nur an die Lenticellenwucherungen, die ganz ähnliche blastogenartige Wuche-

[1]) l. c. p. 81.

rungen darstellen. Wie schwer diese vernarben, habe ich schon in Kap. II näher ausgeführt.

Eingehende Beobachtungen über dergleichen Wucherungen an feuchtgehaltenen Wunden enthalten folgende Versuchsnotizen:

11. Dezember: Heute wurden die Stücke untersucht, die nunmehr 2 Monate unter Wasser gelegen haben. Es war eine ausgiebige, z. T. ganz normale Peridermbildung erfolgt. Oft aber zeigten sich anstelle des Wundperiderms Wucherungen, die das Aufkommen eines normalen Wundverschlusses verhindert hatten, so daß dessen Lückenlosigkeit unterbrochen war. Dieselbe Beobachtung wurde immer dann gemacht, wenn die Wunde sehr feucht gehalten war und sich keine Zersetzungen geltend machten.

Daß also unter Wasser oder in sehr feuchter Luft die Peridermbildung nicht so schnell und vollkommen sich ausbildet, ja oft ganz unterbleibt, daran ist im hohen Maße dieses kallöse Auswuchern der bloßgelegten Zellen schuld.

Ähnliche Wucherungen treten auch dann auf, wenn in eine Knolle hineingeführte Schnitte zu verwachsen suchen. Figdor[1]) fand als Bedingungen für das Zustandekommen einer Verwachsung, daß die Wunde ein wenig klaffen muß, so daß ein Zwischenraum vorhanden ist, in den hinein sich die neu auftretenden Zellen entwickeln können, und daß zweitens ein gewisses Maß der Transpiration nicht überschritten werden darf, bevor man die Wundflächen zusammenbringt. Dieser letzte Punkt erklärt es wohl, warum es mir nie gelungen ist, eine Verwachsung schon verkorkter Wundflächen zu erreichen. Ich hatte an eine Resorption des Wundperiderms gedacht. Veranlaßt zur Annahme der eventuellen Möglichkeit eines solchen Wiederauflösens schon gebildeten Periderms wurde ich durch Figdors Beobachtung, daß an Verwachsungsstellen die Wände der verletzten Zellen resorbiert werden. Ein celluloselösendes Ferment hat er allerdings nicht nachweisen können, auch steht er im Widerspruch zu Vöchting, der pag. 118 seiner Transplantation sagt: „Was das Verhalten der Wände durchgeschnittener Zellen betrifft, so ragen dieselben oft nach Tagen noch frei nach außen, später legen sie sich den gesunden Zellen gewöhnlich an. In jungen Zellen geschieht dies schon meist nach der Operation . . . .“

Vielleicht als einen Anfang zu solchen kallösen Wucherungen kann man die Tatsache ansehen, daß die nicht abgestorbenen Zellen direkt unter der Wunde stets kurz nach der Verwundung sich etwas in die Länge strecken; besonders bei großer Feuchtigkeit tritt dies deutlich in die Erscheinung. Massart sagt hierüber pag. 35: „Lorsque les cellules ont atteint une certaine longueur, elles se segmentent.“

Ich konnte bei *Sempervivum tectorum*, deren verwundete Blätter ich teils unter die Glasglocke in dampfgesättigten Raum brachte, teils frei im Zimmer liegen ließ, beobachten, daß die

[1]) l. c. p. 188.

Schnittwunden zwar beide durch Peridermwände verheilten, daß aber die Zellen der feuchtliegenden Blätter sich weit mehr in die Länge streckten und dafür weniger Teilungswände bildeten. Die Vernarbung war ein Mittelding zwischen peridermaler und kallöser Bildung.

d) Temperatureinflüsse.

Da die Vorgänge bei der Peridermbildung Wachstumsvorgänge sind, erscheint es selbstverständlich, daß die Temperatur dieselben beeinflußt wie gewöhnliche Wachstumsprozesse. Die in der Literatur sich findenden Angaben sowie meine eigenen Beobachtungen rechtfertigen auch diese Annahme in jeder Weise. Figdor[1]) erwähnt, daß bei einer Temperatur von 4—6° C. die Bildung des Periderms sehr verzögert wird. Zu ähnlichen Ergebnissen ist Kny gekommen. Aus meinen eigenen Beobachtungen möge als Beispiel folgendes Erwähnung finden:

Die unter der mit kaltem Leitungswasser — die Temperatur betrug ca. 10° — umspülten Glasglocke zur Vernarbung untergebrachten Knollenhälften hatten in derselben Zeit nur ein Periderm von 2—3 Teilungswänden ausgeschieden, in der die korrespondierenden Hälften unter einer im geheizten Zimmer aufgestellten Glocke 6—8 Teilungswände ausgebildet hatten.

Ebenfalls hatte die Ende Mai eintretende Hitze eine außerordentliche Beschleunigung in der Wundvernarbung zur Folge.

Man hat sich wohl die Wirkung der Temperatur so vorzustellen, daß einmal die Wachstumsvorgänge in der Kälte natürlich sehr herabgesetzt werden, daß aber auch andererseits die Empfindlichkeit der Zellen in der Kälte gegen Wundreiz nicht so groß ist. Über diesen letzten Punkt, auf den ich in diesem Zusammenhang in der Literatur garnicht hingewiesen finde, hat Johannsen[2]) ein sehr lehrreiches Beispiel erwähnt; er fand, daß eine Ätherdosis, die bei 0° C. fast keine Wirkung ausübte, die Pflanze bei 30° tötete. Mit der Temperatur war eben die Empfindlichkeit der Zelle bedeutend gestiegen.

e) Einfluß chemischer Agentien.

Über künstliche Beeinflussung der Peridermbildung durch chemische Agentien hat schon Kny[3]) einige Versuche angestellt, und zwar studierte er den Einfluß von Quecksilber- und Joddämpfen. Was die Wirkung der Hg-Dämpfe angeht, kam er zu dem Ergebnis, daß dieselben bei einer Spannung, wie sie bei gewöhnlicher Zimmertemperatur besteht, ohne schädlichen Einfluß seien; die Peridermbildung erfolgte in normaler Weise. Da das Ergebnis bei der sonstigen großen Empfindlichkeit von Pflanzen gegen Quecksilber ein überraschendes ist, stellte auch ich meinerseits hierüber Untersuchungen an.

---

[1]) l. c. p. 186.
[2]) l. c. p. 17.
[3]) l. c. p. 166.

Am 25. November wurden halbierte Knollen unter eine Glasglocke gelegt, unter der ein Trinkglas von gewöhnlicher Größe stand, dessen Boden mit Quecksilber bedeckt war. Die Glocke wurde unten mit Wasser abgeschlossen und im geheizten Zimmer untergebracht. Als Kontrollobjekte dienten die korrespondierenden Knollenhälften unter einer gleichgroßen Glocke ohne Quecksilber. Am 4. Dezember wurden die Knollen untersucht. Die den Hg-Dämpfen ausgesetzten Hälften zeigten ein Periderm von 3—4 Teilungswänden, einen für diese Zeit normalen Umfang, wie die Kontrollknollen bewiesen.

Ich komme also zu Kny's Schluß, daß Hg-Dämpfe bei Zimmertemperatur für die Peridermbildung ohne Einfluß sind, wenigstens was die Zahl der Teilungswände angeht. Ich muß diese Einschränkung machen, da ich inbezug auf die Anordnung der Wände nicht zu demselben Ergebnis gekommen bin. Ich machte nämlich hier wie auch bei anderen, weiter unten anzuführenden Gelegenheiten, die Beobachtung, daß die Peridermwände derartig gereizter Wundflächen sich nicht so regelmäßig auf eine Initialzelle beschränkten, wie dies unter normalen Umständen durchgehend der Fall ist, sondern daß eine Zelle etwa 1—2 Wände absonderte, dann aber mit der Teilung aufhörte, um von ihrer Nachbarzelle in der nächstinneren Reihe abgelöst zu werden. Mitunter fand auch eine Überschlagung dieser nächsten Zellreihe statt, so daß erst die übernächste Schicht die Peridermbildung fortsetzte.

Man kann die Unregelmäßigkeit vielleicht so erklären, daß die vordringenden Dämpfe, resp. bei Versuchen mit Lösungen die vordringenden gelösten Stoffe die jedesmalige Initialzelle in der Vollendung der Bildung stören, daß aber unter dem Schutze der schon fertigen Peridermwände die nächste Zelle die Bildung fortsetzen kann, gereizt von den nachdringenden, chemischen Agentien.

Oder man könnte annehmen, daß es sich auch hier um die in Kap. III beschriebenen Überreizungserscheinungen handelt, die ja dadurch bewirkt sein könnten, daß zum Reiz des Schnittes noch ein chemischer Reiz hinzukommt.

Was die Einwirkung von Joddämpfen betrifft, fand Kny[1]), daß dieselben, solange sie sich aus einem Gefäß mit etwa 3 cm Durchmesser frei entwickeln können, und nur in kleinen Mengen der Atmosphäre beigemengt sind, zwar ein schnelles Absterben der oberflächlichen Zellschichten bewirken, ohne jedoch das Zustandekommen eines Wundperiderms unter diesen toten Schichten verhindern zu können. Ich wiederholte und ergänzte seine Versuche hierüber folgendermaßen:

Unter eine große Glasglocke wurde ein Reagenzglas von mittlerem Umfang gestellt, das einige kleine Jodkristalle enthielt.

[1]) l. c. p. 167.

In dieser bald mit Joddämpfen untermischten Atmosphäre wurde eine Anzahl Knollenhälften 8 Tage hindurch untergebracht, während welcher Zeit die Kristalle nicht alle verdampften. Das Ergebnis war, daß 1—2, z. T. auch 4 Zellschichten abstarben, daß sich aber im Schutze dieser ein Periderm von etwa nur 1—2 Teilungswänden ausbilden konnte. Die Joddämpfe sind also unbedingt schädlich und dem Zustandekommen eines normalen Periderms durchaus hinderlich. Bedenkt man aber, wie schnell sie sonst andere Pflanzen töten — eine mit unter die Glocke gestellte *Tradescantia fluminensis* war nach kurzer Zeit völlig abgestorben — so deuten die Ergebnisse immerhin auf eine große Widerstandsfähigkeit der Knollenzellen hin. Dasselbe zeigte auch der Versuch mit den Hg-Dämpfen, und die nächsten Experimente werden dies weiter bestätigen.

Daß man aber, speziell was die Wirkung der Joddämpfe betrifft, in den daraus auf die Widerstandsfähigkeit der Zellen zu ziehenden Schlüssen vorsichtig sein muß, zeigte ein weiterer Versuch mit Jod.

Vom 23. November bis 9. Dezember wurden größere Knollenfragmente unter eine Glasglocke gelegt, unter der 4 Jodkristalle aus einem Reagenzglase verdampfen konnten. Es wurde während der Versuchszeit zweimal gelüftet. Beim Aufheben der mit Wasser abgesperrten Glocke entströmte immer ein erstickender Joddampf. Die Wundflächen waren tiefblau gefärbt. Die Untersuchung der Wunden ergab, daß im Durchschnitt 2 Zellschichten abgestorben waren, in der dritten, resp. vierten Zellage hatten sich schon Teilungswände ausgebildet. Da mich diese Widerstandsfähigkeit der Zellen gegenüber der geradezu erstickenden Jodatmosphäre, in der jede hineingebrachte Pflanze nach kurzer Zeit abstarb, stutzig machte, richtete ich meine Aufmerksamkeit jetzt besonders auf die abgetöteten Zellen der Wundfläche. Es zeigte sich, daß die in ihnen aufgehäuften Stärkekörner, sowie die beim Schnitt ausgetretenen Stärkekörner der Oberfläche alle tiefblau gefärbt waren, daß sie also augenscheinlich große Jodmengen absorbiert hatten. Hieraus erklärt sich, daß die Initialzellen trotz der tötlichen Dämpfe sich hatten teilen können.

Folgender Versuch bestätigt noch diese Deutung:

Knollenhälften, deren Wundflächen mit einer dünnen Schicht von Stärkemehl bestreut wurden, erwiesen sich im Joddampf viel widerstandsfähiger als unbedeckte Wunden. Die Stärkemehlschicht hatte sich tiefblau gefärbt, die darunter liegende Wunde war wenig angegriffen.

Auf diese Absorptionsfähigkeit der Stärke ist wohl zu achten, wenn man aus den Versuchen mit Jod auf die Schädlichkeit seiner Dämpfe für die Peridermbildung Schlüsse zieht. Es kommt noch hinzu, daß das massive Gewebe der Knollen, und speziell der Kartoffelknollen, für Dämpfe sehr schwer durchdringlich ist. Johannsen, der aus seinen zahlreichen Versuchen

über Ätherwirkung hierin viele Erfahrungen gesammelt hat, macht darauf nachdrücklich aufmerksam[1]).

Um einen eventuellen Unterschied zwischen der Wirkung von Dämpfen und Lösungen festzustellen, machte ich jetzt einige Versuche mit giftigen Flüssigkeiten. Damit ein recht genaues Vergleichen ermöglicht würde, benutzte ich hierzu frischhergestellte Knollenhälften, deren Wundoberfläche durch eine Einkerbung in zwei gleiche Teile zerlegt wurden. Die einen dieser Abschnitte wurden dann mit der betreffenden Lösung bestrichen, die anderen als Kontrollobjekte benutzt.

Es wurden folgende Versuche angestellt:

1. Alkoholische Jodlösung.

Der Kontrollabschnitt hatte in einer gewissen Zeit 5 Teilungswände ausgebildet, die vergiftete Hälfte unter mehreren abgestorbenen Zellschichten nur 2—3. Die Absorption des vordringenden Jods durch die Stärke der passierten Zellen schien wieder die Wirkung des Giftes sehr abgeschwächt zu haben.

2. Natriumhydroxyd.

Hier war der Verlauf der Peridermwände in den vergifteten Wundabschnitten besonders regellos auf mehrere Zellschichten verteilt, so daß ein Vergleich mit dem auf eine Initialzelle verteilten Periderm der Kontrollhälfte unmöglich war. Die Ähnlichkeit mit den in Kap. II an kleinen Knollenstücken beobachteten Überreizungserscheinungen war eine sehr auffallende.

3. Sublimat.

Es erwies sich als sehr schädlich. Nicht nur waren ca. 50 Zellagen abgestorben, sondern auch die darunter liegenden, lebenden Zellen waren in Mitleidenschaft gezogen, so daß nur in vereinzelten Zellen 1, selten 2 Teilungswände entstanden waren, ohne jeden gegenseitigen Zusammenhang. Der Kontrollabschnitt hatte im Durchschnitt 6 Teilungswände ausgebildet.

4. Schwefelsäure.

Auch hier war unter einigen abgestorbenen Zellschichten ein regelloses Periderm von 3—4 Teilungswänden entstanden.

Die Wirkung der giftigen Lösungen ist also, abgesehen von Unterschieden des Grades, im Prinzip in allen Fällen dieselbe: die Flüssigkeit dringt in die Wunde hinein, tötet eine mehr oder weniger große Zahl von Zellagen, und unter dem Schutze derselben entsteht ein spärliches und regelloses Periderm. Man kann von keiner Lösung sagen, sie verhindere eine Peridermbildung, denn, nachdem sie vordringend einige Zellschichten

---

[1]) Johannsen, W., Studier over Planternes periodiske Livsyttringer. I. Om antanogonistiske Virksomheder i Stofskiftet särlig under Modning og Hvile. (D. kgl. Videnskab. S. Skrift. 6. Räk. Naturv. — math. Afd. VIII, 5. pag. 8.)

passiert, sie abgetötet hat und von den Zellmembranen und dem Zellinhalt absorbiert ist, schreiten die benachbarten, lebenden Schichten zu einer Wundkorkbildung, die zwar in ihrem Anfang spärlich und regellos ist, sich aber schließlich doch zu einem normalen Verschluß ausbildet. Es liegt dies in der Natur der Sache. Die Peridermbildung ist keine Funktion des Gesamtorgans, sondern lediglich eine Funktion der einzelnen Zelle. Erst wenn die Einwirkung eine derartige ist, daß jede einzelne Zelle davon betroffen wird, kann man von einer tatsächlichen Beeinflussung der Vernarbungsprozesse reden. Mit Flüssigkeiten wird dies nie gelingen. Anders liegen die Verhältnisse bei Gasen; sie diffundieren mehr oder weniger vollkommen durch das ganze Organ und lähmen damit jede einzelne Zelle des ganzen Komplexes. Die weiter unten beschriebenen Versuche mit Ätherdämpfen werden dies besonders deutlich zeigen.

Zuvor sollen noch einige Versuche mit Wasserstoffsuperoxyd beschrieben werden, die, anstatt den Peridermbildungsprozeß zu lähmen, ihn vielmehr fördern sollten.

Kny[1]) hat Versuche darüber angestellt, ob vielleicht der aktive Sauerstoff einen günstigen Einfluß auf das Zustandekommen einer Vernarbung ausüben würde. Er kam zu dem Schluß, daß vielleicht durch Zuführung von aktivem Sauerstoff eine geringe Förderung der Peridermbildung zu erzielen sei. Er schließt dies daraus, daß unter 23 Knollen, die er untersuchte, zwei, angeblich unter der Einwirkung des H_2O_2, sich um ein Geringes ausgiebiger geteilt hatten. Da solche kleinen Unterschiede, wie die, aus denen Kny seine Schlüsse zieht, von vielen Zufälligkeiten abhängig sein können und sich auch bei Vergleichen von völlig gleichmäßig behandelten Wunden immer zeigen, erscheint dieser Schluß sehr gewagt. Kny gibt auch selbst das Zweifelhafte seines Ergebnisses zu.

Um womöglich zu einem bestimmteren Resultat zu kommen, wiederholte ich den Versuch nach Knys Vorgang. Als Quelle des aktiven Sauerstoffs benutzte ich eine 15%tige, wässrige Lösung von H_2O_2, die in einer Abdampfschale von 10 cm Durchmesser unter die Glocke gebracht wurde. Als Reagens auf den sich entwickelnden, aktiven Sauerstoff diente Jodkalium-Stärkepapier. Streifen des Reagenzpapiers zeigten in der Atmosphäre der Glocke bald eine intensive Blaufärbung. Die Untersuchung der Knollen wurde schon nach wenigen Tagen vorgenommen, da der Erfolg sich nach Knys Erfahrungen zu Anfang zeigen soll.

Der erste Vergleich zwischen Knollenhälften der H_2O_2-Atmosphäre und den korrespondierenden Hälften unter der Kontrollglocke ergab bei beiden Knollenpartien 1—2 Teilungswände, ohne daß ein merklicher Unterschied zu konstatieren war. Nach 4 Tagen wurden wieder Vergleiche angestellt. Jetzt hatten beide 2—3 Teilungswände, ein Unterschied war wieder nicht zu konstatieren. Bald erschien das Periderm an den Ver-

[1]) l. c. p. 165.

suchsknollen, bald an den Kontrollknollen reichlicher, ohne daß sich daraus Schlüsse nach der einen oder anderen Seite hin ziehen ließen.

Ich komme daher zu dem Ergebnis, daß, wenn der aktive Sauerstoff überhaupt einen Einfluß ausübt, dieser nur sehr gering sein kann, so daß die Methode des Zählens und Schätzens der Teilungswände viel zu unexakt ist, um den Unterschied mit Sicherheit festzustellen.

Von besonderem Interesse erschien es mir, den Einfluß der Dämpfe von Äthyläther auf die Peridermbildung näher zu untersuchen, denn einerseits konnte ich hoffen, durch denselben alle Zellen des Gewebes zu beeinflussen, wie dies mit den Lösungen nicht, und mit den Joddämpfen nur z. T. möglich war; anderseits aber hat Johannsen mit Äthernarkosen die überraschenden Resultate erzielt, daß kleine Ätherdosen nicht etwa schädlich wirken, sondern vielmehr die Zellen — besonders handelt es sich um die von ruhenden Organen — zu einer außerordentlich beschleunigten Tätigkeit anregen, indem die Atmung, der Stoffwechsel, überhaupt der ganze Lebensprozeß der Zelle stark beschleunigt und erhöht wird. Die Möglichkeit einer Begünstigung der Wundperidermbildung durch Ätherisieren erschien hiernach nicht ausgeschlossen, denn, wie ich im Laufe meiner Untersuchungen wiederholt dargetan habe, ist eben die Erhöhung der Atemtätigkeit und des Stoffwechsels die nächste, unmittelbare Folge des Wundreizes. Es stand also zu hoffen, daß die Wirkungen des Äthers und Wundreizes sich summieren würden und eine Begünstigung des Vernarbungsprozesses herbeiführen.

Ich stellte zwei Versuchsreihen an. In der einen benutzte ich den Äther als Betäubungsmittel und Gift, indem ich die Versuchsknollen unter den Einfluß starker Dosen brachte, in der zweiten als Reizmittel, indem ich dann nur den Äther in den von Johannsen für solche Zwecke erprobten Dosen (30—45 g pro hl Luftraum) verwendete. Ich ging hierbei von der schon längst in der Pflanzenphysiologie bekannten Tatsache aus, daß kleine Äthermengen im Plasma ein Exzitationsstadium erregen, in dem die oben erwähnten Atmungs- und Stoffwechselbeschleunigung eintritt, während bei größeren Dosen und lang andauernder Narkose die Lebenstätigkeit der Pflanzen gelähmt und schließlich ganz zerstört wird. Die Wirkung des Äthers auf strömendes Plasma hat dies bestätigt.

Die Versuche mit schädlichen Dosen wurden folgendermaßen angestellt:

Um die halbierten Knollen in Narkose zu versetzen, wurden sie 19 Stunden lang in ätherdampfgesättigte Luft gelegt, dann herausgenommen, sorgfältig abgewaschen und unter eine oftgelüftete Glocke zum Vernarben hingelegt, zusammen mit Kontrollknollen.

Das Ergebnis war, daß 2—3 Zellschichten abstarben, daß sich aber darunter ein Periderm ausbildete, das wenig hinter dem der Kontrollknollen zurückstand. Sonderbarerweise waren

an einzelnen Stellen gar keine Zellen abgestorben, die Teilungswände waren vielmehr in der ersten, unverletzten Zellschicht entstanden, freilich dann in bedeutend geringerer Anzahl. Es deutet dies jedenfalls wieder eine außerordentliche Widerstandsfähigkeit der Kartoffelzellen an. Es ist aber sicher doch in Betracht zu ziehen, daß der Versuch im Dezember vorgenommen wurde, daß also die Zellen des Gewebes in vollster Ruhe lagen, also in einem Stadium, in dem sie gegen derartige Vergiftungen bedeutend widerstandsfähiger sind als im Stadium vollster Entwicklung.

Von dieser Erfahrung ausgehend, steigerte ich die Ätherwirkung noch insofern bedeutend, als ich die Knollenhälften jetzt 12 Tage lang in ätherdampfgesättigter Luft verweilen ließ. Als ich sie herausnahm, fand ich, daß sich nur vereinzelt eine Wand ausgebildet hatte, besonders in der Nähe der Gefäße. Jetzt waren etwa die obersten 5 Zellschichten eingegangen. Die Knollen wurden wieder gut abgespült und unter eine oft gelüftete Glocke gelegt. Der sich noch lange nachher unter der Glocke entwickelnde Geruch nach Äther zeigte an, daß das Gewebe den Äther in erheblichen Mengen absorbiert hatte. Nach einem Verweilen von 12 Tagen unter dieser Glocke, also nachdem die Wunden im ganzen 24 Tage alt waren, ergab eine Untersuchung, daß sich unter den abgestorbenen, oberflächlichen Gewebeteilen eine kambiumartige Teilung von im Maximum 4 Teilungswänden vollzogen hatte. Nach weiteren 3 Wochen endlich, am 5. Januar, waren die Wunden normal vernarbt. Der Äther hatte also die Zellen durch 12tägige Einwirkung in einen Zustand zu setzen vermocht, in dem sie zu einer Peridermbildung unfähig wurden, sei es, daß sie unempfindlich gegen Wundreiz gemacht worden waren, sei es, daß sie unfähig waren, darauf zu reagieren. Soweit sie aber nicht abgestorben waren, konnten sie sich aus dem Lähmungszustand erholen und zu einer nachträglichen Vernarbung schreiten.

Durch die zweite Versuchsreihe nun sollte dargetan werden, ob kleine Dosen die Zellen zu einer beschleunigten Peridermbildung zu reizen vermögen.

Am 26. November wurden Knollenhälften unter Glasglocken mit den von Johannsen abprobierten Dosen gebracht und 48 Stunden darin gelassen. Nach 12 Tagen unternahm ich eine Vergleichung derselben mit den nichtätherisierten, korrespondierenden Hälften. Die kleine Äthermenge hatte scheinbar nur wenig Einfluß ausgeübt, das Periderm unterschied sich nur wenig von dem der Kontrollknollen, mitunter war es weniger kräftig. Sicher ist aber, daß von einer Begünstigung der Bildung unter dem Einfluß der kleinen Dosen nichts zu entdecken war. Auch bei häufiger Wiederholung des Versuches gelang dies nicht.

Eine Erklärung für dieses unerwartete Ergebnis fand ich bei Johannsen[1]) selbst. Gelegentlich seiner Untersuchungen

---

[1]) l. c. p. 70.

über Vermehrung der Amidostickstoffe — so nennt er den Stickstoff in den nicht mit basischem, essigsaurem Blei ausfällbaren Stickstoffverbindungen — in ätherisierten Pflanzenteilen fand er unter anderem für die Kartoffelknolle, daß zerschnittene Knollen ihre Amidostickstoffe in 24 Stunden nach dem Zerschneiden um 0,6 vermehren, Stücke aber, die kleinen Ätherdosen ausgesetzt wurden, vermehrten diese nur um 0,35. Während er erwartet hatte, daß die Ätherwirkung eine noch größere Vermehrung dieser Verbindungen bewirken sollte, wie er sonst bei heilen Pflanzenteilen gefunden hatte, war das Ergebnis gerade ein umgekehrtes: Ätherwirkung und Wundreiz hatten sich nicht nur nicht summiert, sondern die erstere hatte den letzteren abgeschwächt. Die Wirkung auf die Wundperidermbildung war nach meinen Versuchsergebnissen dieselbe. Johannsen zieht daraus den Schluß, daß die Wirkung einer Verwundung auf die Zelle ein Reiz ist, den anästhetische Mittel ausschalten und herabsetzen können.

Wenn die Johannsenschen Beobachtungen und Schlüsse richtig sind, wäre aus den Versuchen über Ätherisieren von Wunden erwiesen, daß das, was wir für gewöhnlich Wundreiz nennen, als ein Irritierungsphänomen aufzufassen ist, und ein Vergleich desselben mit der auch durch Narkotika ausschaltbaren Schmerzempfindung des Tieres bei Verwundungen hätte einige Berechtigung für sich.

Zusammenfassung der wichtigsten Versuchsergebnisse.

1. Knollen verschiedener Reife- und Altersstadien verhalten sich insofern verschieden, als unreife und unentwickelte Knollen schneller auf Wundreiz reagieren.

2. Das Saftperiderm erwies sich als sehr wenig reaktionsfähig.

3. Tote und verdickte Gewebeteile vermögen den Reiz nicht zu leiten.

4. Je größer der verwundete Zellkomplex im Verhältnis zur Wunde ist, desto günstiger verläuft die Peridermbildung. Der Grund dafür ist in vielen Fällen Mangel an Baustoff.

5. Auf Verwundungen jeder Art erfolgt eine Peridermbildung.

6. Einfaches Bloßlegen von Zellen leitet schon einen Vernarbungsprozeß ein.

7. Das Bohrloch einer durch mechanischen Druck in die Knolle eindringenden *Pisum*-Wurzel vernarbt in normaler Weise. Vor der Wurzelspitze findet unter dem Druck der eindringenden Wurzel eine Korrosion von Stärke statt. Zellulose- und stärkelösende Fermente werden nicht abgesondert.

8. Lenticellenwucherungen vernarben normal nur in sehr trockener Umgebung und bei Reizung durch künstliche Verwundung oder chemische Zersetzung.

9. Lenticellenwucherungen können auch unter Wasser entstehen.

10. Das Überschlagen von Zellen bei der Anlage des Periderms wird nur erklärt durch die Annahme einer seitlichen Reizleitung von Initialzelle zu Initialzelle.

11. Als allgemeines Schema des Peridermverlaufes ist eine Linie anzusehen, die im Gefäßbündelring gegen die Wundfläche ansteigt und sich in Mark und Rinde wieder senkt.

12. Beobachtungen über die Vernarbung kleiner Knollenstücke führen zu der Annahme einer möglichen Überreizung durch den Wundreiz.

13. Der Anfang der Stärkekorrosion nach der Verwundung ist abhängig von der Form, in der die Baustoff- und Energiequellen vorliegen.

14. Das Schwinden der Stärke innerhalb der Initialzelle geht allgemein mit der Absonderung der Peridermwände Hand in Hand.

15. Es scheint der Knolle besonders daran zu liegen, die Stärke in den Zellen zwischen Wundfläche und Initialzellen zu retten, ehe die Peridermwände verkorken.

16. Die Initialzelle vermag den „Zellen hinter der Initialzelle" Baumaterial zu entnehmen.

17. Der neuentstandene Wundkork erfüllt die Funktion des Schutzes gegen Mikroorganismen besser als eine ältere normale Hautschicht.

18. Das Ergrünen der Leukoplasten erhöht die Lebenstätigkeit und Leistungsfähigkeit der an die Wundfläche grenzenden Zellen. Als Assimilationsfaktor spielt das Licht beim Vernarbungsprozeß keine wahrnehmbare Rolle.

19. Das Schwinden der Chloroplasten bei der Vernarbung ergrünter Gewebepartien scheint nicht von dem Umstande abzuhängen, ob dieselben assimilieren oder nicht.

20. Das Ergebnis Kny's, Sauerstoffzutritt sei eine unerläßliche Bedingung für das Zustandekommen und Verkorken eines Wundperiderms, wurde bestätigt.

21. Die Peridermbildung erfolgt am besten und schnellsten in mäßigfeuchter Umgebung. Große Feuchtigkeit ist dem Zustandekommen eines lückenlosen und kräftigen Periderms hinderlich, insofern dieselbe oft Zellsprossungen hervorruft. Eine Peridermbildung unter Wasser ist nichtsdestoweniger möglich.

22. Massart's Behauptung, die Transpiration spiele besonders die Rolle eines „excitant phellagogue", ist für die Kartoffel nicht zutreffend.

23. Die Temperatur beeinflußt den Vernarbungsprozeß wie andere Wachstumserscheinungen.

24. Giftige Lösungen vermögen nicht eine Peridermbildung überhaupt auszuschließen.

25. Eine Förderung der Peridermbildung durch aktiven Sauerstoff konnte nicht festgestellt werden.

26. Quecksilberdämpfe sind bei einer Spannung, wie sie bei gewöhnlicher Temperatur besteht, unschädlich.

27. Joddämpfe sind unbedingt schädlich, doch wird ihre Wirkung infolge der Absorption durch Stärke herabgesetzt.

28. Äthylätherdämpfe vermögen in starken Dosen die Peridermbildung vorübergehend zu unterdrücken. Schwache Dosen fördern nicht die Vernarbung, machen vielmehr die Zellen gegen Wundreiz unempfindlicher.

Die vorliegende Arbeit ist während des Sommersemesters 1902 und des Wintersemesters 1902/03 im botanischen Institut der Universität Kiel entstanden. Es sei mir gestattet, dem Leiter des Instituts, Herrn Geheimrat Prof. Dr. Reinke, für die gütige Anregung und Ratschläge meinen besten Dank auszusprechen. Auch Herrn Prof. Dr. Benecke bin ich zu großem Dank verpflichtet.

Anatomie der Laubblätter der Celastrineen mit besonderer Berücksichtigung des Vorkommens von Kautschuk.

Von

August Metz

aus Würzburg.

Einleitung.

Als Professor Dr. Radlkofer im Jahre 1893 in der Familie der *Celastrineen*, und zwar an *Wimmeria cyclocarpa* Radlk., die erste Beobachtung von Kautschuk und Kautschukschläuchen machte, war die Frage von großem Interesse, wie weit dieses charakteristische Merkmal innerhalb der Familie verbreitet sei. Für die gütige Erteilung der Aufgabe, das erwähnte Vorkommnis weiter zu verfolgen und zugleich die anatomischen Merkmale der *Celastrineen*-Blätter festzustellen, sowie für die freundliche Überlassung des bezüglichen Herbarmaterials aus dem kgl. botanischen Museum zu München, endlich für die überaus liebenswürdige Unterstützung bei der Ausführung meiner Arbeit sage ich Herrn Professor Dr. Radlkofer meinen verbindlichsten Dank. Auch Herrn Professor Dr. Solereder danke ich wärmstens für mannigfache Beihülfe, insbesondere für die wiederholte Durchsicht meiner Arbeit, ebenso Herrn Assistent Dr. Fritsch für die allzeit bereitwillige Unterstützung bei der Ausführung meiner Untersuchungen.

Noch vor Abschluß vorliegender Arbeit gelangte die von Loesener in der Bearbeitung der *Celastrineen* für die natürlichen Pflanzenfamilien berücksichtigte, damals noch nicht publizierte und in der botanischen Literatur bisher übersehene Abhandlung von Stenzel: „Anatomie der Laubblätter und Stämme der *Celastraceae* und *Hippocrateaceae*“, Erlanger-Dissertation, Breslau (ohne Datum, etwa 1892), in meine Hände. Diese Arbeit war mir um so erwünschter, als ich meine eigenen, schon früher gemachten Beobachtungen an den Untersuchungen Stenzels einer Prüfung unterziehen konnte, wobei sich gleichzeitig auch Gelegenheit bot, die von Stenzel gefundenen anatomischen Charakteristika auf ihre Richtigkeit zu prüfen, bezw. zu ergänzen. Letzteres war namentlich bezüglich der für die Gattung *Wimmeria* höchst charakteristischen Kautschukschläuche der Fall, die von Stenzel gänzlich unberücksichtigt geblieben sind.

Behufs Untersuchung der *Celastrineen*blätter machte ich Flächenschnitte von der beiderseitigen Oberfläche, sowie Querschnitte durch einen entsprechend breiten Blattstreifen, welcher seiner Länge nach einen Seitennerv in sich faßte. Nur bei einigen kleinblätterigen Arten, wie *Putterlickia campestris*, *Pachystima Canbyi* und *Myrsinites*, *Wimmeria microphylla*, *Myginda disticha* und *Mortonia Gregii* wurde ein den Mittelnerv enthaltender Blattstreifen benutzt.

Bei einigen artenreichen Gattungen, wie *Evonymus*, *Celastrus*, *Maytenus*, *Gymnosporia*, die zudem durch Stenzel hinreichend bearbeitet sind, beschränkte ich mich lediglich und nur der Kontrolle halber auf die Untersuchung einiger weniger, meist der wichtigsten Arten.

Mit der nun folgenden Aufzählung der von mir untersuchten *Celastrineen*gattungen, die ich dem System von Loesener[1]) entnehme, verbinde ich die Angabe der Zahl der Loesener bekannten, sowie der von mir untersuchten Arten, wobei ich erstere Zahl in Klammern setze:

I. Unterfamilie *Celastroideae*.

Evonymus L.	(gegen 60 Arten)	3 Arten,
Lophopetalum Wight	(„ 10 „)	3 „
Microtropis Wall.	(„ 9 „)	7 „
Celastrus L.	(„ 27 „)	1 „
Maytenus Feuill.	(„ 70 „)	1 „
Gymnosporia W. et A.	(„ 60 „)	2 „ (1 Varietät),
Putterlickia Endl.	(2 „)	1 Art,
Catha Forsk.	(1 Art)	1 „
Pterocelastrus Meißn.	(6 Arten)	4 Arten, (6 Varietäten),
Polycardia Juss.	(gegen 5 „)	2 Arten,
Kurrimia Wall.	(7—8 „)	3 „
Pachystima Raf.	(2 „)	2 „

II. Unterfamilie *Tripterygioideae*.

Zinowiewia Turcz.	(1 Art)	1 Art,
Plenckia Reiss.	(1 „)	1 „ (1 Varietät),
Tripterygium Hook. f.	(2 Arten)	1 Art,
Wimmeria Schlecht.	(über 6 „)	8 Arten.

III. Unterfamilie *Cassinioideae*.

Elaeodendron Jacq.	(14—17 Arten)	8 Arten, (3 Varietäten),

[1]) Engler-Prantl, „Natürliche Pflanzenfamilien". Teil III, Abt. V, 1892. sowie Nachträge zum II.—V. Teil.

Cassine L.	(7—8 Arten)	4 Arten, (1 Varietät),
Mystroxylon E. et Z.	(12—14 „)	5 Arten,
Maurocenia L.	(1 Art)	1 Art,
Hartogia Thunb.	(2 Arten)	1 „ (1 Varietät),
Pleurostylia W. et A.	(4 „)	1 Art,
Lauridia E. et Z.	(1 Art)	1 „
Gyminda Sarg.	(1 „)	1 „
Myginda Jacq.	(14 Arten)	5 Arten,
Fraunhofera Mart.	(1 Art)	1 Art,
Mortonia Gray	(4 Arten)	1 „
Schaefferia Jacq.	(2—3 „)	1 „ .

IV. Unterfamilie *Goupioideae.*

Goupia Aubl. (1—2 Arten) 1 Art.

Anomale Gattung:

Siphonodon (1 Art) 1 Art.

In der Gesamtheit untersuchte ich demnach von den 38 von Lösener aufgeführten, normalen Gattungen 29 mit 72 Arten und 13 Varietäten, außerdem 1 anomale Gattung mit 1 Art, endlich noch zur Prüfung auf die Konstanz der Merkmale 26 Doubletten. Von folgenden 5, von 9 mir nicht zur Verfügung stehenden Gattungen, konnte ich die Diagnosen der Arbeit Stenzels entnehmen:

Glyptopetalum Thwait	(3 Arten)	1 Art,
Denhamia Meißn.	(4 „)	1 „
Kokoona Thwait	(3 „)	1 „
Glossopetalum A. Gray	(2 „)	1 „
Perrottetia HBK	(8—10 „)	1 „ .

Für die Gesamtcharakteristik der Familie mußten demnach nur 4 Gattungen mit 5 Arten außer acht gelassen werden.

Für die Systematik der *Celastrineen* ist von besonderem Interesse die Veröffentlichung der Charakteristik der von Radlkofer neu aufgestellten Art *Wimmeria microphylla* Radlk. und die Verweisung von *Myginda (?) microphylla* DC. in die Familie der *Verbenaceen*, Gattung *Citharexylon*.

Endlich mögen an dieser Stelle noch häufig wiederkehrende Wortkürzungen angefügt werden:

Bld. = Blattdicke; Z. = Zelle; o. u. u. Ep. = obere und untere Epidermis, Epz. = Epidermiszelle; Seitenr. = Seitenränder; Außenw. = Außenwand; Sp.-Öff. = Spaltöffnung; Schlz. = Schließzelle; Kutk. = Kutikularkamm; Hyp. = Hypoderm; Mphg., Palg., Schwg. = Mesophyll-, Palisaden-, Schwammge-

webe; sch. = schichtig; Gfb. = Gefäßbündel; Sk., Skf., Skz., Sksch. = Sklerenchym, -Faser, -Zelle, -Scheide; Koll., Kollg. = Kollenchym, -Gewebe; Kr., Krz., Krs. = Kristall, -Zelle, -Sand; Ktsch., Kschl. = Kautschuk, -Schläuche; Gerbst. = Gerbstoff.

Allgemeiner Teil.

Einige morphologische Verhältnisse der *Celastrineen*-Blätter.

Wie bei der Bestimmung von Blütenmaterial stets auch die morphologischen Verhältnisse der Blätter und Zweige zu berücksichtigen sind, so kann auch die anatomische Untersuchung sterilen Materials der Morphologie des betreffenden Organs nicht ganz entbehren. Die Heranziehung der letzteren ist besonders dann am Platze, wenn sich gewisse Beziehungen zwischen morphologischen und anatomischen Verhältnissen erkennen lassen. So läßt z. B. die nadelförmige Ausbildung der Blätter von *Mortonia* das allseitige Vorkommen von Spaltöffnungen sowie den zentrischen Blattbau erklärlich erscheinen. Während die Nadelblätter von *Mortonia* ziemlich dick sind (0,7 mm), somit das Assimilationsgewebe mächtig entwickelt ist, besitzen die ebenfalls annähernd nadelförmigen Blätter von *Pachystima* eine geringe Dicke. In beiden Gattungen sind die Blattränder etwas nach abwärts gebogen und inwendig von Sekretgängen durchzogen.

Durch Kleinheit ihrer Blätter zeichnen sich aus *Putterlickia*, *Pachystima*, *Wimmeria*, *Mortonia* und *Myginda*.

In gewissem Gegensatze zur geringen Ausdehnung der Blattoberfläche steht bisweilen die Größe der Epz., z. B. bei *Pachystima*, wo letztere häufig eine Flächenausdehnung von 0,06 mm und eine Höhe von 0,03 mm erreichen.

Eine ähnliche Parallele kann zwischen der Höhe des Blattquerschnittes und der Größe der Epz. gezogen werden.

Dünne Blätter besitzen die untersuchten Arten von *Evonymus* (0,16—0,19 mm), *Lophopetalum fimbriatum* (0,17 [1]), *Celastrus scandens* (0,11), *Maytenus communis* (0,2), *Pachystima* (0,26), *Zinowiewia* (0,2), *Plenckia* (0,19), *Tripterygium* (0,13), *Wimmeria* (0,16—0,2), *Myginda Gaumeri* (0,19) und *Goupia* (0,2).

Dagegen kommt den Epz. einiger dieser Arten auf der Fläche eine beträchtliche Größe zu, z. B. bei *Tripterygium* bis zu 0,05 mm, *Goupia* 0,04, *Pachystima* 0,06.

Dicke Blätter besitzen *Scytophyllum* (0,8 mm), *Pterocelastrus tricuspidatus* nebst Varietäten (0,6—0,8), *Elaeodendron* und *Cassine* p. p. (0,5—0,7), *Maurocenia* (0,85), *Mortonia* (0,7).

Im Gegensatz dazu werden hier bisweilen relativ kleine Epz. angetroffen, z. B. bei Scytophyllum (0,02 mm).

Die Besprechung eines besonders wichtigen morphologischen Merkmals, nämlich der Haare, findet bei der Charakteristik der Epidermoidalorgane Platz.

---

[1]) sc. mm.

Anatomie der *Celastrineen*-Blätter.

Epidermiszellen.

Je nach der Form der Epz. kann man eine platten-, würfel- oder palisadenförmige Ep. unterscheiden. Diese 3 Arten finden sich bei den *Celastrineen* vor.

Die erste Art zeichnet sich durch flache Epz. aus und findet sich bei den von mir untersuchten Arten von *Evonymus* und *Celastrus* (0,02 bez. 0,027 : 0,06 mm[1]), ferner bei *Glyptopetalum*, *Kurrimia* (0,02 : 0,06), *Tripterygium* (0,015 : 0,05), *Lauridia* (0,02 : 0,04), *Fraunhofera* (0,015 : 0,04).

Umgekehrt besitzen mehr oder weniger palisadenartig gestreckte Epz.: *Scytophyllum* (0,046 : 0,026), *Pterocelastrus* 0,04 bis 0,06 : 0,02), *Polycardia Hildebrandtii* (0,027 : 0,01), *Kokoona*, *Cassine scandens* (0,033 : 0,026), *Maurocenia* (0,026 : 0,02), *Mortonia* (0,06 : 0,026).

Die übrigen Gattungen bez. Arten haben eine würfelförmige Ep.

Durch besondere Größe ihrer Epz. auf dem Flächenschnitt zeichnen sich aus: *Evonymus* (0,05—0,086), *Microtropis*, *Gymnosporia rufa* (0,05), *Pterocelastrus* und *Kurrimia* p. p. (0,067), *Pachystima Canbyi* (0,06), *Cassine Burchellii* (0,053) und einige Arten von *Myginda* (bis zu 0,093).

Dagegen finden sich kleine Epz. (0,01—0,026 mm) bei *Scytophyllum*, *Polycardia Hildebrandtii*, *Elaeodendron*, *Cassine* p. p., *Mystroxylon Holstii* und *Maurocenia*.

Der Flächenansicht nach sind die Epz. meist 5—6 seitige, regelmäßige oder unregelmäßige Polygone; jedoch kommen auch Blattflächen, bestehend aus 4 oder 3 seitigen Epz., vor, z. B. bei *Elaeodendron* und *Cassine*.

Die Seitenränder der Epz. erscheinen, von der Fläche gesehen, gebogen oder schwach buchtig bei *Evonymus americana*, *Catha*, *Zinowiewia*, *Elaeodendron australe*, *Cassine barbara* und *Burchellii*, *Fraunhofera*.

Stark buchtige Seitenr. kommen vor bei *Microtropis*, *Celastrus scandens*, *Kurrimia*, *Tripterygium* und *Lauridia*.

Tüpfelung der Außen- und Seitenwände ist öfters beobachtet worden, besonders auffällig bei *Microtropis*, *Pachystima Canbyi*, sowie bei *Gyminda*.

Dagegen ist keine oder nur höchst undeutlich Tüpfelung zu bemerken bei *Evonymus alata*, *Elaeodendron* und *Cassine* p. p., sowie bei *Hartogia*.

Als besondere Tüpfelform sind die strichelförmigen Tüpfel der Außenw. der Epz. von *Catha* und *Goupia* hervorzuheben, ferner die annähernd halbmondförmigen Tüpfel in den ausgebuchteten Stellen oder den Ecken der Epz. von *Kurrimia*,

---

[1]) Die Maße beziehen sich auf die Höhe und Breite der Epz. im Querschnitt in mm.

Elaeodendron glaucum, *Cassine* p. p., besonders *C. Burchellii*, *Lauridia* und *Gyminda*.

Ein charakteristisches Bild gewährt die Blattfläche von *Mortonia* infolge der innerhalb der Außenwand der Epz. kreuz und quer verlaufenden, langen Tüpfelkanäle, deren äußere Enden stets über Seitenrändern zu liegen kommen.

Was die anatomischen Verhältnisse der Epz., wie sie auf dem Querschnitte entgegentreten, anbelangt, so ist hauptsächlich die Beschaffenheit der Außenwand ins Auge zu fassen. Dieselbe ist von besonderer Stärke bei *Evonymus*, *Lophopetalum Wallichii*, *Microtropis* (außer *M. occidentalis*), *Celastrus*, *Gymnosporia*, *Scytophyllum*, *Putterlickia*, *Catha*, *Kurrimia*, *Pachystima*, *Plenckia*, *Wimmeria*, *Elaeodendron*, *Cassine*, *Mystroxylon*, *Hartogia*, *Pleurostylia*, *Myginda*, *Mortonia* und *Schaefferia*.

Mehrfach ist, abgesehen von der Kutikula, eine deutliche Trennung der Außenw. in einer kutikularisierten und einer reinen Zelluloseschicht konstatiert worden, so bei *Lophopetalum*, *Microtropis* (außer *M. occidentalis*), *Maytenus communis*, *Gymnosporia rufa*, *Scytophyllum*, *Catha*, *Pachystima*, *Mystroxylon*, *Lauridia* und *Myginda* p. p.

Die Außenw. sind gewöhnlich eben oder nur schwach gewölbt. Starke Wölbung und teilweise papillöse Ausbildung zeigen sie bei *Evonymus*, *Lophopetalum*, *Celastrus*, *Putterlickia*, *Pachystima Canbyi*, *Tripterygium*, *Wimmeria* p. p. und *Mistroxylon* (hier nur unters.).

Eine typische papillöse Ausbildung besitzen die u. Epz. von *Siphonodon*, woselbst die Papillen ungleich hoch, einfach gestaltet, fingerförmig sind, umgekehrt die obers. Epz. bei *Wimmeria confusa*. Bei letzterer Art bilden die Köpfchen der gleichmäßig niedrigen Papillen eine halbkugelige, in das Lumen der letzteren eindringende Protuberanz.

Öfters wurden feine Querwände innerhalb der Epz. wahrgenommen, senkrecht oder parallel zur Blattfläche; erstere finden sich bei *Evonymus americana*, *Scytophyllum*, *Catha*, *Kurrimia*, letztere bisweilen ebenfalls bei *Catha* sowie bei *Plenckia populnea*, allerdings nur in der Umgebung der Spaltöffnungen.

Beide Verhältnisse zusammen zeigt *Gloupia glabra*, indem bei dieser Art jede Zelle der o. Ep. durch eine zur Außenfl. parallele, gebogene oder gefältelte Wand in 2 Räume abgeteilt wird, wovon der obere Raum nochmals in 2 Kammern gesondert ist durch eine zur Außenfl. senkrechte Wand.

Bisweilen ist das Zellumen infolge allseitiger Wandverdickung bedeutend eingeengt, so bei *Microtropis bivalvis*, *Scytophyllum* (nur unters.), *Elaeodendron*, *Maurocenia* und *Myginda* p. p.

Meist sind die Epz. im gebleichten Zustande ohne Inhalt; doch kommt solcher vor bei *Pachystima*, *Elaeodendron*, *Cassine*, *Pleurostylia* (hier zuweilen auch in doppeltbrechenden, spießförmigen Kriställchen) in Form von kleineren oder größeren, selten das Licht doppeltbrechenden Körperchen von nicht näher gekannter organischer Substanz. Von systematischer Wichtigkeit

ist aber das Vorkommen von kristallhaltigen Epz., und zwar sind die Oxalatkristalle in Form von Einzelkristallen oder Drusen abgelagert. So enthält die beiders. Ep. von *Lophopetalum*, *Gyminda*, *Maytenus* p. p., *Denhamia* Einzelkristalle, von *Elaeodendron* Einzelkristalle neben Drusen, von *Siphonodon* nur Drusen.

Zu andern Fällen sind die Kristallzellen auf die u. Blattseite beschränkt, so bei *Microtropis*, *Catha*, *Kurrimia*, *Wimmeria serrulata* und *Evonymus americana*. Mit Ausnahme der letztgenannten Art handelt es sich hier nur um Einzelkr.

Die Krz. verhalten sich bei manchen Arten verschieden von den übrigen Epz. Bei *Elaeodendron* z. B. bilden sie gelegentlich ganze Züge bis zu 12 Gliedern oder lagern in Gruppen zu 2—6 Gliedern zusammen. Einzeln vorkommende Kristallidioblasten sind gewöhnlich von andern Epz. rosettenförmig umstellt. Auch der Form nach sind hier die Krz. verschieden von den übrigen Epz. Sie sind rund und auch kleiner wie diese, was namentlich bei den Arten mit größeren Epz. hervortritt. Im Querschn. gesehen, zeichnet sich die Innenw. der Krz. durch bedeutende Zelluloseverdickung aus, in welche der Kristall mit dem einen Ende eingewachsen ist. Das andere Ende ragt in das durch schwächere Ausbildung der Seiten- und Außenwände erweiterte Zellumen hinein.

Ähnlich verhalten sich auch die Krz. von *Gyminda*, nur liegt hier der Kr. meist quer in der Zelle.

Bei *Siphonodon* unterscheiden sich die Krz. von den übrigen Epz. dadurch, daß sie nicht, wie diese, zu einer Papille ausgezogen sind.

Bei *Lophopetalum* und *Microtropis discolor* liegen häufig 2 oder 3 Kr. in einer Epz., die durch feine Zwischenwände in die gleiche Anzahl von Kammern geteilt ist.

Eine deutliche Verschleimung der Zellwandungen konnte vermittels der Tusch- und Gummigutt-Probe nirgends nachgewiesen werden. Auch Stenzel fand nur bei (der mir nicht zur Verfügung stehenden) *Perrottetia alpestris* Verschleimung. Nach Solereder[1]) ist solche jedoch bei *Goupia glabra* vorhanden.

Die Kutikula

weist nur selten eine besondere Zeichnung auf. Wenn man von warzigen- oder fleckenartigen Erhebungen, wie bei *Lophopetalum*, *Gymnosporia*, *Kurrimia*, oder von Rauheit und Rissigkeit, wie bei *Scytophyllum*, *Pterocelastrus*, *Mystroxylon*, absieht, so kommt nur stellenweise gerad- oder schlangenlinige Streifung, besonders in der Umgebung der Spaltöffnungen in Betracht bei *Microtropis* p. p., *Polycardia Hildebrandtii* und *Zinowiewia*.

Spaltöffnungsapparat.

Die Spaltöffnungen befinden sich gewöhnlich nur auf der Blattunterseite. Beiderseits werden solche angetroffen (oberseits

[1]) Solereder, Systematische Anatomie der Dikotyledonen. 1899. p. 241.

meist nur in sehr geringer Anzahl) bei *Evonymus alata*, *Plenkia*, *Wimmeria microphylla*, *Myginda ilicifolia*, *Rhacoma* und *rotundata*, *Glossopetalum*. Allseits finden sie sich bei den nadelförmigen Blättern von *Mortonia*.

Sie liegen meist auf gleichem Niveau, wie die Epz., doch ragen sie etwas hervor, wenn auch bisweilen nur vermittels des kräftig entwickelten Kammes, wie bei *Evonymus*, *Lophopetalum*, *Microtropis*, *Putterlickia*, *Tripterygium*, einigen *Wimmeria*-Arten, *Myginda* und *Mortonia*.

Selten liegen sie etwas tiefer, wie bei *Pachystima Myrsinites*, nach Stenzel dagegen tief eingesenkt bei *Glossopetalum*.

Die Größe der Sp.-Öff. ist selbst bei ein- und derselben Art meist nicht konstant. Im allgemeinen kann man von verhältnismäßig kleinen Schließzellenpaaren sprechen (etwa 0,016 mm lang und 0,013 mm breit) bei *Maytenus*, *Catha*, *Kurrimia*, *Pachystima*.

Große Spaltöffnungen finden sich bei *Putterlickia* (0,035 : 0,026), *Scytophyllum* (0,053 : 0,026), *Mystroxylon* (0,035 : 0,026), *Mortonia* (0,05 : 0,039).

Wie aus diesen Maßen ersichtlich ist, besitzen die Sp.-Öff. meist elliptische Form. Annähernd kreisrund sind sie jedoch bei *Microtropis*, *Zinowiewia*, *Cassine Burchellii*, *Maurocenia* und *Lauridia*.

Durch die geringere Dicke der Wände der Schlz. an ihren beiden Enden entstehen zwickelförmige Räume, welche dem von oben gesehenen, gesamten Apparate mehr oder weniger das Aussehen von Briefcouverts verleihen. Die zwickelförmigen Räume zeigen häufig nach Behandlung des Präparates mit Javellescher Lauge ein glänzendes, bisweilen das Licht doppelt brechendes Körperchen.

Nur bei wenigen Gattungen (nämlich *Elaeodendron*, *Cassine* und *Mystroxylon*) fehlt ein auf dem Querschnitte deutlich hörnchen- oder zackenartig ausgebildeter Kutikularkamm. Der dadurch gebildete Vorhof steht mit der Atmosphäre durch einen ovalen, bisweilen auch rechteckigen oder quadratischen Spalt (z. B. bei *Cassine*, *Mystroxylon*, *Maurocenia*, *Siphonodon*) in Verbindung.

Von den bezüglichen Verhältnissen auf dem Querschnitte sind noch die auffallend tiefen, gleichmäßig elliptischen Atemhöhlen von *Mortonia* hervorzuheben.

Der Typus der Spaltöffnungsapparate ist kein einheitlicher.

Ein erster Typus ist dadurch charakterisiert, daß die Sp.-Öff. von 3—4 gewöhnlichen Epz. umgeben werden. Dies ist hauptsächlich bei einigen Arten von *Elaeodendron*, *Cassine* und *Mystroxylon* der Fall.

Häufig beteiligt sich auch eine größere Anzahl gewöhnlicher Epz. an der Begrenzung der Sp.-Öff., so bei *Evonymus alata*, *Microtropis*, *Gymnosporia*, *Pterocelastrus*, *Putterlickia*, *Catha*,

Pleurostylia, *Plenckia*, *Tripterygium*, *Gyminda*, *Myginda* und *Schaefferia*.

Bei *Mortonia* sind die Sp.-Öff. von einem Kranz kleiner Epz. umgeben.

Sehr mannigfach sind die Sp.-Öff.-Apparate auf demselben Flächenschn. bei *Celastrus*, *Maytenus*, *Pachystima*, *Kokoona*, *Wimmeria*, *Elaeodendron capense* und *Goupia*. Als besonders auffallend ist hier hervorzuheben, daß häufig auf einer oder auf beiden Seiten des Sp.-Öff.-Apparates eine zum Spalte parallele Nebenzelle auftritt, während die übrigen an der Zircumferenz teilnehmenden Z. bald in Form der gewöhnlichen Epz., bald in Form von Nebenzellen entgegentreten.

Weiter ist noch zu bemerken, daß solche parallele Nebenzellen auch zu mehreren einseitig der Sp.-Öff. angelagert und diese Nebenz. mit anderen nicht besonders orientierten Nebenz. zusammen zuweilen auch zwei Kreise von Nebenz. bewirken können.

Bei *Lophopetalum* sind die Nebenzellen durch dünne Radialwände ausgezeichnet. Häufig umgeben 3—6 nicht weiter differenzierte Nebenzellen den Sp.-Öff.-Apparat, öfters jedoch findet sich auch zu beiden Seiten desselben je 1 zum Spalte parallel- und an den Enden der Schließz. je 1 zum Spalte senkrecht gelagerte Nebenz.

Der ausgeprägte *Rubiaceen*-Typus der Sp.-Öff.-Apparate findet sich bei der Gattung *Kurrimia*. Die beiden Epz., welche die Sp.-Öff. flankieren, verlaufen ihrer Hauptrichtung nach parallel zum Spalt. Sie besitzen undulierte Wandungen wie die übrigen Epz., sind aber bedeutend größer und überragen auch die Sp.-Öff., die etwa auf der Mitte der gemeinsamen Wand der zwei Zellen zu liegen kommen, beträchtlich an Größe. Öfters grenzt sich dann außerdem innerhalb einer der beiden Z. noch eine dritte Z. ab durch eine U-förmige, mit der konvexen Seite dem Sp.-Öff.-Apparate abgekehrten Vertikalwand.

Trichome.

Die Behaarung der *Celastrineen* ist weder besonders reichlich noch abwechslungsreich. Sekrethaare oder Außendrüsen fehlen gänzlich, was für die Familie in erster Linie charakteristisch ist. Dafür sind nach Solereder an Blattzähnen bisweilen Kolleteren ausgebildet.

Das Fehlen von Haaren an den Blattorganen konnte ich bei folgenden Gattungen feststellen:

Evonymus p. p., *Lophopetalum*, *Microtropis*, *Celastrus*[1]), *Maytenus*, *Gymnosporia*, *Putterlickia*, *Pterocelastrus*, *Polycardia*,

[1]) Nach Solereder finden sich bei *C. articulatus* lange, fingerförmige Haare.

Kurrimia, Pachystima, Siphonodon, Zinowiewia, Plenckia, Elaeodendron, Cassine, Maurocenia, Hartogia, Pleurostylia, Lauridia, Gyminda, Mortonia und *Glossopetalum*.

Danach sind also die Blätter der meisten *Celastrineen*-Gattungen kahl, und auch bei mehreren der übrigen Gattungen ist nur ein sehr spärlicher Haarwuchs beobachtet worden.

Verhältnismäßig am reichlichsten behaart sind: *Evonymus velutina, Wimmeria microphylla* und *Fraunhofera multiflora*.

Der Haartypus ist fast durchweg ein recht einfacher. Es sind meist einzellige oder einzellreihige Haare, welche z. T. den Übergang zu papillös ausgebildeten Epz. zeigen.

Kurze, einzellige, spitze Haare finden sich bei *Mystroxylon confertiflorum* und *pubescens, Myginda ilicifolia* sowie *Goupia glabra*, desgleichen lange, einzellige, spitze bei *Myginda Gaumeri* und *rotundata*. Erstere besitzen noch dazu eine körnige oder warzige Kutikula, letztere sind peitschenförmig in verschiedener Weise gebogen. *Evonymus americana* hat spärliche, kurze, stumpfe, dickwandige Haare.

Bei den meisten Arten der Gattung *Wimmeria* kommen Übergänge vor zwischen Papillen und ein- oder mehrzelligen Haaren. Häufig ist die Basis der letzteren aus zwei Epz. hervorgegangen, sodaß — zumal bei nachfolgender horizontaler Querteilung — der untere Teil des Haares zweizellreihig erscheint. Bei den stumpfen Haaren von *Wimmeria cyclocarpa* ist außerdem noch eine öfters wiederkehrende, schiefe Querwand hervorzuheben, bei den fingerförmigen von *W. microphylla* eine geringe Einschnürung an den Insertionen der Querwände sowie schwache, spiralige Streifung.

Bei *Fraunhofera*, deren spitze Trichome einzellig und dabei kurz oder lang oder aber durch dünne Scheidewände gefächert und lang sind, werden die Basalwände der Haare von breiten Tüpfelkanälen durchbohrt. Bei *Goupia glabra* sind die Basalteile der einzelligen, mit ihrem Haarkörper umgebogenen Haare etwas in das Assg. eingesenkt. In beiden letztgenannten Fällen sind die Haare auf der Fläche von 6 bis 12 Epz. rosettenförmig eingefaßt.

Von der gewöhnlichen Form abweichende Haare — neben einfachen einzelligen — werden bisweilen bei *Myginda ilicifolia* angetroffen, insofern auch einzellige, gabelig geteilte zur Ausbildung gelangen.

Als weitere Sonderheit ist sodann von *Wimmeria microphylla* hervorzuheben, daß neben den beschriebenen fingerförmigen Haaren auch solche mit einer mehr oder weniger entwickelten, dornartigen Abzweigung am oberen Ende der untersten Zelle vorkommen. Ist das Haar zweizellig so kommen bei kräftiger Entwicklung des Seitenarmes nach Art der falschen Dichotomie zweiarmige Gabelhaare zustande.

Schließlich ist noch anzuführen, daß die beiderseitigen Epz. der größeren Nerven bei *Tripterygium* z. T. eine stark papillöse

Ausbildung bis zur stellenweisen Entwicklung ein- bis zweizelliger, fingerförmiger Haare zeigen, und daß bei *Siphonodon* eine ausgeprägt papillöse, unterseitige Blattepidermis mit kurzen, aber ungleichmäßig hohen, abgerundeten Papillen angetroffen wird, bei *Wimmeria confusa* dagegen eine oberseitige, papillöse Blattep. mit gleichmäßig niederen Papillen.

Hypoderm.

Hypodermgewebe ist nur bei wenigen Gattungen ausgebildet. Andeutungsweise findet sich dasselbe oberseits in der Nähe der großen Nerven bei *Lophopetalum Wallichii, Catha, Kurrimia, Plenckia, Wimmeria concolor*, und *cyclocarpa*, *Mystroxylon* (außer *M. eucleaeforme*).

Deutlich einschichtiges, oberseitiges Hypoderm mit nur geringen Unterbrechungen besitzt *Denhamia*, *Wimmeria pubescens* sowie *Schaefferia*.

1—2sch. Gewebe, in der zweiten Schicht nicht immer kontinuierlich, kommt bei den meisten Arten von *Elaeodendron* vor, ferner in der Untergattung *Eugymnosporia* und bei *Mystroxylon sphaerophyllum* E. et Z. var. *β litorale*.

1—3sch. Hyp., in der inneren Schicht teilweise nicht kontinuierlich. findet sich bei *Cassine*, mit Ausnahme von *C. scandens* und *Burchellii*, mehrschichtiges nach Stenzel auch bei *Perrottetia*.

2—4 höchst unregelmäßige Schichten von Hypodermzellen besitzt *Maurocenia*.

Bisweilen ist das Hypodermgewebe parenchymatisch ausgebildet, so bei *Gyminda* und *Myginda*.

Unterseitiges Hyp., und zwar nur im Zusammenhang mit den größeren Nerven, ist bei *Elaeodendron, Cassine, Mystroxylon. Plenckia* beobachtet worden, dagegen kontinuierlich 1sch., stellenweise sogar 2sch. Hyp. an der Blattunterseite von *Pterocelastrus rostratus*.

Die kollenchymatischen Hypodermzellen sind stark getüpfelt und zeichnen sich gewöhnlich durch bedeutendere Größe und stärkere Wandungen, namentlich von der Fläche betrachtet, vor den Epz. aus. Ihre Seitenränder sind gebogen oder gebuchtet.

Assimilationsgewebe.

Dasselbe ist meist deutlich in Pal.- und Schwg. gegliedert, der Blattbau also gewöhnlich bifazial. Als Ausnahmen des bifazialen Blattbaus gibt Stenzel an: *Maytenus rigida, viscifolia, Vitis Idaea* und *phyllanthoides*. Ich füge noch *Putterlickia campestris, Fraunhofera multiflora* und *Schaefferia frutescens* hinzu, wo Neigung zum zentrischen Blattbau vorhanden ist, ferner *Mortonia Gregii*, wo allseitig ausgebildetes Palg. das Schwg. im

Zentrum einschließt. Bei *Zinowiewia integerrima* und *Myginda Gaumeri* endlich besteht das ganze Blattgew. aus kleinen, annähernd isodiametrischen Zellen.

Durch 2—8fache Querteilung sind die Palg. von *Mortonia* und *Pachystima* charakterisiert.

Elaeodendron Schweinfurthianum zeigt mehrsch. Palg. von besonderer Ausbildung. Die Glieder der obersten Schicht zeichnen sich durch besondere Höhe und Breite aus sowie durch tiefe Faltung der stärker verdickten Längswandungen. Während die beschriebenen Zellen leer erscheinen, enthalten die ähnlich aussehenden, nur kleineren Zellen einer weiteren Lage krumöse, in Alkohol lösliche Massen neben wenig Chlorophyll. Diese Schichten dürften vornehmlich als Wassergewebe dienen. Daran erst schließt sich typisches dünnwandiges Palg. an.

Die Z. der an die unt. Epz. angrenzenden Mesophyllschicht besitzen bisweilen mehr oder weniger deutlich palisadenartige Struktur, so bei *Maytenus communis, Pterocelastrus tricuspidatus. Elaeodendron ilicifolium* und *xylocarpum*, mitunter bei *Mystroxylon*, ferner bei *Hartogia multiflora, Pleurostylia Wightii* und *Schaefferia.*

Wenn ich noch bemerke, daß bei *Pachystima* und *Mortonia* an bestimmten Stellen des Mesophylls, besonders innerhalb der etwas nach abwärts gebogenen Blattränder, sich Sekretgänge mit starkwandigen Epithelzellen befinden, so sind die wichtigen Merkmale des Grundgewebes erschöpft.

Nerven und ihre Gefäßbündel.

Das Leitgewebe besteht gewöhnlich nur aus einem einzigen kollateralen Gefäßbündelstrang. Doch kommen auch Systeme mit 2—4 neben- oder übereinander gelagerten Bündeln vor, so bei *Lophopetalum. Kurrimia, Tripterygium. Wimmeria pubescens* und *Goupia.*

Bei folgenden Gattungen sind die Seitennerven und Venen rings von parenchymatischem Gewebe umgeben, also eingebettet: *Evonymus (americana). Microtropis, Maytenus (communis), Gymnosporia (rufa), Putterlickia, Polycardia, Zinowiewia. Wimmeria (discolor), Cassine* (meist). *Mystroxylon, Hartogia, Pleurostylia, Lauridia, Schaefferia.*

Nur nach unten durchgehende Nerven besitzen *Kurrimia, Elaeodendron glaucum* Pers. var. *paniculatum, Siphonodon;* nur oberseits durchgehende: *Maurocenia.*

Bei den nicht genannten Gattungen bez. Arten sind die Seitennerven beiders. durch kollenchymatisches Gewebe mit der Ep. verbunden, also durchgehend.

Das Größenverhältnis der Seitennerven zur Bld. gestaltet sich folgendermaßen:

Die Seitennerven nehmen nahezu die ganze Höhe des Blattquerschnittes ein bei *Lophopetalum, Plenckia, Elaeodendron, Cassine, Maurocenia, Pleurostylia, Lauridia, Schaefferia.*

Sehr kleine Seitennerven dagegen besitzen *Scytophyllum, Pterocelastrus, Hartogia, Gyminda, Myginda* und *Mortonia.*

Bei einem Vergleiche der Nerven und Venen desselben Blattes tritt ein bedeutender Unterschied hervor bei *Evonymus, Celastrus* und *Kurrimia.*

Der Querschnitt der Nerven besitzt teils elliptische oder ovale Form mit dem größeren aufrechten oder queren Durchmesser, teils rundliche Form.

Die aufrecht elliptische Form zeigt *Plenckia, Tripterygium, Wimmeria* p. p., *Elaeodendron, Cassine, Maurocenia, Pleurostylia* und *Lauridia;* eine aufrecht eiförmige: *Catha, Elaeodendron glaucum;* eine querovale: *Polycardia Hildebrandtii, Kurrimia;* eine rundliche endlich: *Evonymus, Maytenus, Lophopetalum, Microtropis, Celastrus, Pterocelastrus, Zinowiewia, Wimmeria* p. p., *Myginda* und *Mortonia.*

Eine Parenchymscheide ist besonders da, wo ein Sklerenchymring fehlt, deutlich ausgebildet. Die Parenchymsch. setzt sich wie gewöhnlich aus länglichen, eng anschließenden Z. zusammen. Bisweilen ist aber auch die eine oder andere Z. merklich verdickt und dann getüpfelt. Solche Elemente finden sich bei *Polycardia libera, Microtropis* und *Mortonia.*

Erweiterte Endtracheiden an den Nervenleitbündeln wurden beobachtet bei *Myginda, Schaefferia* und *Goupia.*

Was das Begleitgewebe anbelangt, so besteht dasselbe aus

Kollenchym und Sklerenchym.

Beiderseitiges Kollenchymgewebe besitzen vor allem die Arten mit durchgehenden Nerven, besonders reichlich *Evonymus alata* und *europaea, Lophopetalum, Celastrus, Catha, Plenckia, Tripterygium, Wimmeria, Elaeodendron glaucum, Cassine barbara* und *capensis* sowie *Goupia.*

Bei *Catha, Plenckia, Tripterygium* und den eben genannten *Cassine*-Arten sind auch noch die Nerven 3. Ordnung so reichlich mit Kollenchym ausgestattet, daß auch sie, was sonst nicht der Fall ist, „durchgehen."

Nur unterseitiges Kollenchym besitzen einige Varietäten von *Elaeodendron glaucum* sowie *Siphonodon.*

Die nicht genannten Gattungen entbehren des kollenchymatischen Gewebes.

Sklerenchym dagegen fehlt nur bei wenigen Arten, nämlich bei *Evonymus americana* und *europaea, Celastrus scandens* und allen *Wimmeria*-Arten, nach Stenzel auch bei *Glossopetalum spinescens.*

Meist lagern sichelförmige Sklerenchymzellengruppen ober- und unterhalb der Gfb. Bei *Pachystima*, *Gyminda*, *Myginda* und *Mortonia* ist jedoch nur Hartbast ausgebildet, in letzterem Falle, wie auch bei *Perrottetia alpestris*, überhaupt nur in Form einiger weniger Skf., und zwar nur am Hauptnerv.

Andererseits findet sich ein rings geschlossener Skr. bei *Lophopetalum*, *Microtropis bivalvis* und *Kurrimia*.

Bei *Goupia glabra* zeichnen sich die Skz. durch besonders weites Lumen aus.

Das mechanische Begleitgewebe der Nerven bewirkt nur bei *Tripterygium* und bei *Elaeodendron glaucum* ein namhaftes Vorspringen der Rippen.

Spikularfasern, d. h. Skz., welche unabhängig von den Nerven im Grundgew. vorkommen, treten bei den *Celastrineen* nicht auf. Dagegen finden sich bald häufig, bald weniger häufig Skz., welche von den Nerven eine größere oder geringere Strecke weit abzweigen, im ersteren Falle das Mphg. durchziehen und auch unter der beiders. Ep. sich verzweigen. In einem solchen Präparate werden sie öfters scheinbar freiliegend im Grundgew. angetroffen, hängen aber zweifellos mit dem Leitbündel zusammen [1]).

Derartige Skz. sind für die meisten Arten von *Microtropis* und (nach Stenzel von) *Maytenus*, einigen Arten von *Pterocelastrus* sowie für *Scytophyllum* charakteristisch, äußerst spärlich kommen sie auch bei *Schaefferia* vor.

Die Abzweigung vom Nervensklerenchym ist nur eine äußerst geringe bei *Pterocelastrus tricuspidatus* und *tetrapterus* sowie bei *Schaefferia*, um ein weniges mehr bei *Microtropis densiflora* und einigen anderen Arten dieser Gattung. Meist streben die Abzweigungen der beiders. Ep. zu und erreichen dieselbe oberseits bei *Microtropis ramiflora* und *Pterocelastrus rostratus*, beiderseits bei *Microtropis latifolia*. Bei letztgenannter Art laufen die Skz. eine größere oder geringere Strecke unter der Ep. hin.

Eine reichliche Verzweigung der freiliegenden Skz. konnte nur bei *Scytophyllum* wahrgenommen werden.

Während die Skz. bei der nahe verwandten Familie der *Hippocrateaceen* [2]) bisweilen in so reichlicher Menge unter der Ep. vorkommen, daß sie eine Art von Hyp. bilden, andererseits bisweilen von einer Epidermisplatte zur anderen durchgehen, sind genannte Beobachtungen bei *Celastrineen* nicht gemacht worden.

Oxalsaurer Kalk

wurde bei allen untersuchten Arten nachgewiesen, wenn auch bisweilen, wie bei *Plenckia* und *Pachystima*, nur äußerst spärlich.

---

[1]) Stenzel bezeichnet die im Grundgewebe freiliegenden Skz. als Spikularfasern.

[2]) cfr. Fritsch, „Untersuchungen über das Vorkommen von Kautschuk bei den *Hippocrateaceen*". Cassel 1901. p. 37 u. 38.

Der Form nach tritt derselbe auf als Einzelkristall, Druse oder Kristallsand.

Die Einzelkristalle sind teils dipyramidal, teils prismatisch ausgebildet. Häufig wurden auch Kombinationsbildungen bemerkt. Die Pyramidenflächen sind öfters konkav, z. B. bei *Wimmeria*, statt eben. Die Hauptachse ist bisweilen bei prismatischen Kristallen beträchtlich gestreckt, so bei *Fraunhofera*, *Kurrimia*, besonders aber bei *Mortonia* (bis zu 0,04 mm). Vornehmlich bei der Gattung *Elaeodendron* kommen Einzelkristalle vor — meist von würfeliger Gestalt — die von einem 2 Seiten parallelen Spalt, oder von zwei sich kreuzenden Spalten mitten durchzogen sind.

Nadelförmige Einzelkr. besitzt nach Stenzel *Glossopetalum*.

Verwachsung und Durchwachsung zweier oder mehrerer Kr. kommen ebenfalls mitunter vor.

Die Drusen erscheinen teils in deutlich morgensternartiger Gestalt, teils mehr als Zwischenform zwischen solchen und Verwachsungen.

Erstere finden sich z. B. bei *Celastrus*, *Tripterygium*, *Cassine*, *Scytophyllum*, *Putterlickia*, letztere bei *Microtropis*, *Mystroxylon* und *Siphonodon*.

Kristallsand tritt nie selbständig auf, sondern immer neben Einzelkr. oder Druse, oft sogar in ein- und derselben Zelle, z. B. bei *Microtropis*, *Elaeodendron*, *Mystroxylon* und *Mortonia*.

Ausschließlich Einzelkr. finden sich bei *Lophopetalum*, *Denhamia*, *Maytenus*, *Polycardia Hildebrandtii*, *Kurrimia*, *Kokoona*, *Plenckia*, *Pleurostylia*, *Gyminda* und *Glossopetalum*.

Ausschließlich Drusen bei *Evonymus*, *Glyptopetalum*, *Celastrus*, *Gymnosporia*, *Scytophyllum*, *Putterlickia*, *Catha*, *Polycardia libera*, *Tripterygium*, *Wimmeria persicifolia*, *Pachystima Myrsinites*, *Lauridia*, *Schaefferia*, *Perrottetia* und *Goupia*.

Überwiegend Einzelkr. neben Drusen kommen bei einigen *Wimmeria*-Arten vor, umgekehrt überwiegend Drusen neben Einzelkr. bei den anderen *Wimmeria*-Arten sowie bei *Microtropis*, *Zinowiewia*, *Hartogia*, *Myginda*, *Pterocelastrus* und *Siphonodon*.

Die oben erwähnten Einzelkr. mit den Spalten im Zentrum finden sich öfters neben Drusen bei *Microtropis ovalifolia*, *Pterocelastrus*, *Elaeodendron*, *Cassine*, *Mystroxylon* und *Maurocenia*.

Annähernd gleichmäßige Verteilung von Einzelkr. und Drusen ist bei *Mortonia* zu erwähnen.

Wo sich Kristalle in der Ep. finden, ist ihre Form gewöhnlich gleich der im Msph. vorkommenden. Nur bei einigen *Microtropis*-Arten konnte ich in der Ep. nur Drusen, im Blattinnern daneben auch Einzelkr. feststellen, speziell bei *Microtropis ovalifolia* umgekehrt in der Ep. Einzelkr., im Innern nur Drusen.

Die Größenverhältnisse der Kr. können manchmal von systematischem Werte sein. Durch verhältnismäßig kleine Kr. ist z. B. *Maytenus communis* und *Goupia* ausgezeichnet, durch

verhältnismäßig große (0,02—0,03 mm): *Evonymus alata, Microtropis bivalvis, Celastrus scandens, Elaeodendron australe* und *ilicifolium, Cassine capense* (im Palg.), *Maurocenia* (im Hyp.), besonders aber *Wimmeria* (hier bis 0,053 mm hoch und 0,032 mm breit).

Sog. Rosanoffsche Kr. finden sich bisweilen bei *Wimmeria concolor, Cassine xylocarpa* und *Pleurostylia Heynii*[1]).

Die von mir beobachteten Rosanoffschen Drusen ragen meist, gestützt auf ein einziges Zellulosehäutchen, selten auf deren mehrere, in das Zellumen hinein.

Bezüglich der Art der Verteilung des oxalsauren Kalkes im Blattinnern gilt folgendes:

In manchen Fällen, z. B. bei *Wimmeria, Schaefferia*, sind die Kr. gleichmäßig auf alle Partien des Assg. verteilt. Häufig aber bevorzugen sie gewisse Teile des Grundg., z. B. die Nähe der Nerven, wie bei *Catha, Hartogia, Polycardia, Goupia*, oder die Palz., z. B. bei *Elaeodendron australe*, die Nähe der Ep. bei *Mortonia*. Eine schichtenweise Kr.-Ablagerung in den oberen und unteren Partien des Blattinnern läßt sich bei *Gyminda*, in den mittleren Partien bei *Pleurostylia Heynii* erkennen. In anderen Fällen ist der Einfluß der Sp.-Öff. auf die Kr.-Ablagerung unverkennbar. So enthalten bei *Kurrimia pulcherrima* sämtliche im Umkreise des Sp.-Öff.-Apparates gelegene Mphz. Kristalle. Das Hyp. enthält im allgemeinen keine Kr. Gelegentlich macht davon eine Ausnahme: *Elaeodendron glaucum* var. *paniculatum*, sowie *E. pubescens*, ferner *Maurocenia* und *Schaefferia*.

Auch im Weichbaste finden sich häufig Kr. Auf diesen Gewebsteil ist sogar das Vorkommen von Kr. bei *Gyminda* und *Elaeodendron glaucum* im Blattinnern beschränkt.

Wie die Kristallidioblasten der Ep., so erlangen auch bisweilen die Krz. des Mph. ein besonderes Aussehen. So fallen z. B. im Blattparenchym von *Evonymus, Celastrus scandens, Catha edulis, Cassine Burchellii* große, kreisrunde Krz. auf. Bei *Pterocelastrus tricuspidatus* ist eine ganze Schicht kleiner Krz. durch 2 Schichten annähernd palisadenartig gestreckter Schwg.-Zellen eingefaßt. Bei *Kurrimia* zeigen die kristallführenden Z., die an die o. resp. u. Ep. angrenzen, einseitige oder allseitige Zelluloseverdickung, in die der Kr. der Quere nach eingewachsen ist. Bei *Mortonia* und *Elaeodendron australe* endlich hängt zuweilen die einfache oder doppelte Kammerung der Palz. mit dem Vorhandensein von 2 oder 3 Kr. zusammen.

---

[1]) Nach Loesener — cfr. Engler-Prantl: „Natürliche Pflanzenfamilien". Teil III, Abt. V. 1896. p. 192 — auch in der Kapselwand der meisten *Evonymus*-Arten, ferner im Markparenchym der Blütenstiele von *Evonymus fimbriata* sowie im Stamm und in den Blättern von *Putterlickia pyracantha*.

Kautschuk und Kautschukschläuche.

Die erste Erwähnung bezüglich des Vorkommens von Ktsch. bei den *Celastrineen* findet sich in einem Berichte Radlkofers über *Wimmeria cyclocarpa*[1]).

‚Uti omnes *Wimmeriae* species, quam rem 1885 observavi, excellit cellulis liberi quibusdam (et ramorum et foliorum) materia elastica foetis, quae materia kautschouk certe affinis est et illam Parameriae a me olim (in Sitz. Ber. k. b. Ak. 1884. p. 515) descriptam in mentem revocat.'

An letztgenannter Stelle heißt es:

„.... Weiter sind die älteren Zweige dadurch ausgezeichnet, daß sie in dem später gebildeten Baste, in welchem Faserzellen nicht mehr auftreten, reich an kautschukführenden Milchsaftröhren sind, so daß die Rinde beim Durchbrechen der Zweige sozusagen spinnt ...., indem die Kautschukmasse, welche das Licht doppelt bricht, zu feinen, elastischen, etwas klebrigen Fäden ausgezogen wird."

Auf den oben zitierten Bericht Radlkofers in Bot. Gaz. weist Loesener[2]) hin mit den Worten:

„Darin zugleich angegeben, daß der Leptomteil der Leitbündel bei allen Arten der Gattung *Wimmeria* eine kautschukähnliche Substanz enthält."

Weiter findet sich eine diesbezügliche Bemerkung bei Solereder[3]):

„Für den Weichbast der Zweige wie der Blattleitbündel aller *Wimmeria*-Arten gibt Radlkofer das Vorkommen von Zellen an, die mit einer elastischen, kautschukähnlichen Substanz erfüllt sind und an die ähnlichen Elemente bei bestimmten Arten der *Hippocrateaceen*-Gattung *Salacia* erinnern."

Endlich ist noch ein Passus in der Arbeit Stenzels[4]) enthalten, wo derselbe von einer „kautschukähnlichen Beschaffenheit der fettähnlichen Körper" spricht. Letzte Bemerkung bezieht sich aber offenbar nur auf das später zu betrachtende Kautschukvorkommen in gewöhnlichen Parenchymzellen des Blattfleisches, während die von Radlkofer erwähnten Kautschukröhren dem genannten Autor gänzlich entgangen sind.

Bezüglich des analogen Vorkommnisses bei den nahe verwandten *Hippocrateaceen* bezeichnet es Fritsch[5]) als „auffallend, daß weder bei Schenck (Anatomie der *Lianen*. 1893) in seiner Besprechung der *Hippocrateaceen*-Stämme, noch bei Loesener (Natürliche Pflanzenfamilien. Teil III, Abt. V), noch in der Arbeit von Stenzel (Anatomie der Laubblätter und Stämme der *Ce-*

---

[1]) Botanical Gazette. 1893, p. 199—200.

[2]) Nachträge zum II.-V. Teil von Engler-Prantls „Natürliche Pflanzenfamilien". p. 222.

[3]) Solereder: „Systematische Anatomie der Dikotyledonen". 1899. p. 243.

[4]) Stenzel: „Anatomie der Laubblätter und Stämme der *Celastraceae* u. *Hippocrateaceae*", Breslau 1892 (?) p. 16.

[5]) Fritsch: „Untersuchungen über das Vorkommen von Kautschuk bei den *Hippocrateaceen*". Cassel 1901. p. 6.

lastraceae und *Hippocrateaceae*) irgend eine Angabe über dieses Vorkommnis zu finden ist".

Die ersten Andeutungen darüber, daß sich Kautschuk auch bei den *Hippocrateaceen* findet, hat wiederum Radlkofer[1]) nach Beobachtungen von Solereder im Zusammenhang mit seinen Mitteilungen über die *Celastrineen* gegeben mit den Worten:

„In quibusdam .... a nonnullis inter *Celastrineas* adscitarum *Hippocrateacearum* stirpibus taliscumque materia obvia est, uti nuperrime Dr. Solereder observavit."

Diese Beobachtung teilt Solereder selbst in seiner systematischen Anatomie der Dikotyledonen p. 245 mit.

Fritsch fand nun bei 21 Arten der *Hippocrateaceen* kautschukführende Schlauchzellen, nämlich bei 13 *Salacia*-, 7 *Hippocrateacea*-Arten, ferner bei *Campylostemon Warneckeanum* Loes.

Der gleiche Reichtum an Kautschukschläuchen findet sich allerdings bei den *Celastrineen* nicht, da solche in den Blättern von nur 9 Arten und zwar den 8 untersuchten *Wimmeria*-Arten, ferner von *Mystroxylon eucleaeforme* beobachtet wurden. Es dürften aber sicher noch solche Arten existieren, die Kschl., wenn nicht im Blatte, so doch in der Achse aufzuweisen haben, wie ja auch von 9 der genannten *Hippocrateaceen*-Arten die Kautschukbehälter nur in der Achse konstatiert worden sind. Tatsächlich führt auch schon die neuere Literatur derartige Fälle an. So fand Col[2]) bei *Evonymus* Kschl. und zwar in Wurzel und Achse.

Der Verlauf der Kschl. in den *Celastrineen*-Blättern ist hauptsächlich an die Nerven gebunden und zwar an die Stelle des Phloemteils, wo sonst der Hartbast liegt. Es ist bemerkenswert, daß dieses mechanische Gewebe auch bei den Arten, die Kschl. in nur geringer Anzahl besitzen, vollständig verdrängt oder mindestens, wie bei *Mystroxylon eucleaeforme*, auf ein, höchstens zwei Fasern reduziert ist.

Ausschließlich in Begleitung der Gfb. finden sich die Schläuche bei *Wimmeria confusa*, *persicifolia*, *pubescens*, *serrulata* und der später als besondere Art hervorzuhebenden *W. microphylla*. Daneben mitunter auch mitten im parenchymatischen Grundgewebe bei *Wimmeria cyclocarpa*, *Mystroxylon eucleaeforme*, reichlich bei *Wimmeria concolor* und *discolor*. Bei diesen letzteren Arten werden sie gleich häufig im Schwg. und Plg. angetroffen, sich richtungslos durch die Interzellularräume ihren Weg bahnend. Eine Verzweigung derselben konnte auf dem Querschnitte nicht wahrgenommen werden, wohl aber zuweilen auf dem Flächenschnitte. Hier sieht man die Schläuche die Nerven eine große Strecke begleiten, dann im Bogen von ihnen abschwenken und

---

[1]) Bot. Gaz., 1893, p. 200.

[2]) Col: „Sur l'existence de laticifères à contenu spécial dans les Fusains". (Comptes rendus. 3. Juni 1901.)

endlich zuweilen nach Verzweigung in der Tiefe verschwinden. Am reichlichsten treten die Schläuche, wie gesagt, bei *Wimmeria concolor* und *discolor* auf, am spärlichsten bei *W. confusa, cyclocarpa* und *serrulata*.

Die Wandungen dieser Schläuche sind äußerst dünn, ihr Lumen schmal, vergleichungsweise bedeutend schmäler wie das der Palz.

Daß die geschilderten Verhältnisse bei den *Hippocrateaceen* sich ähnlich verhalten, beweist folgender Auszug aus der Arbeit von Fritsch[1]):

„Die Milchröhren treten im Blatte nur in Verbindung mit Nerven auf, obschon bei der Mehrzahl der kautschukführenden Arten die Schläuche Abzweigungen in das Mesophyll hineinsenden. Diese Schläuche verzweigen sich abermals, hauptsächlich in der Blattebene, so daß man auf einem Querschnitte des Blattes nur selten eine solche Verzweigungsstelle zu sehen bekommt. An den Nerven finden sich die Schläuche entweder im Weichbast oder häufiger unterhalb des Hartbastes oder eingemengt zwischen den Hartbastfasern. Bei . . . . ersetzen sie fast den ganzen Hartbast, und es bleiben davon nur wenige (2—4) Sklerenchymfasern übrig . . . . Die Zweige ziehen sich regellos zwischen den Mesophyllzellen hin . . . . Die Wandung der Schläuche ist dünn."

Was die physikalischen Eigenschaften des Inhalts derartiger Schläuche betrifft, so äußert sich darüber Radlkofer gelegentlich eines analogen Vorkommens bei *Parameria*[2]) folgendermaßen:

„Die Kautschukmasse, welche das Licht doppelt bricht, läßt sich zu feinen, elastischen, etwas klebrigen Fäden ausziehen. Beim Kochen mit Wasser oder in Öl geht die Eigenschaft, doppelt zu brechen, verloren. Im Zustande der Spannung mit Wasser gekocht, werden die Fäden uneben, wie mit Knötchen besetzt, und die dabei durchreißenden und sich zusammenziehenden erscheinen trübe, wie geronnenes Plasma. Ebenso, in Olivenöl gekocht, zerfallen die Fäden der Quere nach in Stücke von beträchtlich erhöhtem Durchmesser, werden schwach trüb und vakuolig und scheinen sich bei wiederholtem Kochen zu lösen. Teile der Zweige oder der Rinde (bei *Wimmeria*-Arten auch des Blattes, der Verf.), deren Zusammenhang man mit entsprechender Vorsicht bis auf die Kautschukfäden unterbrochen hat, lassen sich an diesen oft auf Zollweite auseinander ziehen, um, sich selbst überlassen, wieder zurückzuschnellen[3])."

Diese Verhältnisse kehren größtenteils bei dem Röhrenkautschuk der *Celastrineen* wieder. Das „Spinnen" zeigen alle Kschl. führenden *Celastrineen*-Blätter in mehr oder minder großem Maße, eben je nach dem Reichtume an Schläuchen. Nur bei

---

[1]) Fritsch, l. c. p. 14.

[2]) Sitz. Ber. d. math.-phys. Kl. d. k. bayr. Ak. d. Wissensch. Bd. XIV. Heft III. 1884. p. 515.

[3]) An anderer Stelle als „Spinnen" bezeichnet, cfr. p. 17.

Wimmeria confusa und *serrulata* ist kaum ein Spinnen zu beobachten, weil diese Arten arm an Kautschukröhren sind. Ferner muß bei den Blättern von *W. pubescens* das Spinnen ausbleiben, weil deren (übrigens zahlreiche) Milchsaftschläuche einen andern Inhalt bergen.

Eine Modifikation zeigt nur insofern der *Celastrineen*-Kautschuk, als dessen Doppelbrechbarkeit, welche beim Kochen mit Wasser zunächst verloren gegangen ist, nach wenigen Minuten zurückkehrt.

Bezüglich des sonstigen Verhaltens des Ktsch. kann ich ebenfalls nur die Angaben Radlkofers[1], welche sich übrigens auf die in den Parenchymzellen vorkommenden Kautschukpartikelchen bei bestimmten *Sapotaceen* beziehen, bestätigen, die folgendermaßen lauten:

„Die Kautschukmassen färben sich in Jodlösung gelblich und verändern sich durch konz. Schwefelsäure nicht weiter. Javellesche Lauge, Kali und Alkohol lassen sie unberührt; in Äther verändern sie nur ihre Form, ohne sich zu lösen. Beim Erwärmen schmelzen sie, und stärkeres Erhitzen macht sie verschwinden. Mehr oder weniger löslich zeigen sie sich in Chloroform, in Schwefelkohlenstoff und namentlich in Benzol".

Dieses Verhalten zeigt auch der Röhreninhalt bei *Wimmeria*, bis auf den von *W. pubescens*. Die bei dieser Art in größerer Anzahl vorhandenen Schläuche enthalten in ungebleichten Schnitten einen in weißem oder gelblichem Lichte schimmernden Inhalt, der bei gekreuzten Nikols unsichtbar wird, also das Licht nicht doppelt bricht. Die Masse ist nicht homogen, sondern zeigt da und dort Risse. Besonders deutlich tritt der Schlauchinhalt nach Einwirkung von Jod hervor, womit er sich je nach Länge der Einwirkung gelb bis tiefbraun färbt. Ein weiterer Unterschied vom typischen Röhrenkautschuk besteht darin, daß der Schlauchinhalt durch Javellesche Lauge zerstört und deshalb in gebleichten Schnitten nicht mehr angetroffen wird. Es liegt demnach bei genannter Art eine von Kautschuk verschiedene, guttaperchaartige Substanz vor.

Zellinhaltskörperchen.

Bei den *Hippocrateaceen* findet sich Kautschuk nicht nur in Schläuchen, sondern auch in gewöhnlichen Parenchymzellen und zwar hier in Form von kleinen Körperchen, deren Kautschuknatur von Fritsch erwiesen wurde. Das gleiche Vorkommen zeigt häufig auch das Blattparenchym der *Celastrineen*. Stenzel weist nur ganz kurz darauf hin, indem er von „fettähnlichen Körpern mit kautschukähnlicher Beschaffenheit" spricht[2]), und Col teilt diese, bei *Evonymus* gemachte Beobachtung mit den Worten mit: „Les feuilles, dépourvues de lati-

[1]) Sitz. Ber. d. math.-phys. Kl. d. k. bayr. Ak. d. W. Bd. XIX. 1889. p. 268.

[2]) Stenzel. l. c. p. 16.

cifères, renferment cependant une gutta identique à celle des tiges ou racines"[1]).

Derartigen Körperchen hat Radlkofer mehrfach Aufmerksamkeit geschenkt und ihnen große Bedeutung zugesprochen. Es handelt sich dabei einerseits um Kautschukkörperchen in den Blattzellen der *Sapotaceen*[2]), andererseits um Fettkörperchen, die in ihrer Erscheinungsweise mancherlei Ähnlichkeit mit den noch zu besprechenden Kautschukkörperchen zeigen. Radlkofer bemerkt über dieselben folgendes[3]):

„..... Eine ausgedehnte, vergleichende Untersuchung verdient .... ein .... bei verschiedenen Arten der Gattung *Cordia* beobachtetes .... interessantes Vorkommnis, nämlich das bald mehr, bald weniger reichliche Auftreten eines eigentümlichen Inhaltes in den Zellen des Blattfleisches, des Palisadengewebes sowohl, wie des Schwammgewebes, bei älteren Blättern, welcher sich bei näherer Untersuchung als ein festes, kristallinisches Fett erwies."

„Dieser Inhalt stellt im getrockneten Blatte brockige oder, entsprechend der Gestalt der Palisadenzellen, mehr oder minder keulenförmige Massen dar, welche stark doppelt brechend sind, und welche diese Eigenschaft weder durch Einwirkung von Javellescher Lauge verlieren, noch durch nachheriges Auswaschen mit Wasser und Behandlung mit Jodlösung ..... In Alkohol löst sich derselbe nicht, außer beim Kochen, wohl aber in Äther. Beim Erhitzen bis zur Bräunung der Zellwände verschwindet derselbe. Beim Erwärmen in Wasser schmilzt er und erscheint nun in Form von Öltröpfchen. In Überosmiumsäure wird er grau bis schwarz".

Um nun auf die Zellinhaltskörperchen bei den *Celastrineen* zurückzukommen, so ist von ihnen in physikalischer und chemischer Beziehung folgendes zu sagen:

Unter dem Mikroskope erscheinen sie als kleinere oder größere, rundliche, weiße oder gelbe Partikelchen, bisweilen auch nur als winzig kleine, glänzende, kristallinische Körner, endlich auch als krumöse Massen ohne bestimmte Form, häufig in der Richtung der Palz. gestreckt. Bei gekreuzten Nikols erweisen sie sich häufig als doppeltbrechend.

Bezüglich ihres weiteren Verhaltens verweise ich auf die p. 20 zitierten Reaktionen des *Sapotaceen*-Kautschuks, sowie auf jene in der Arbeit von Fritsch[4]) aufgeführten, die auch für den Nachweis der Kautschuknatur des größten Teiles der Zellinhaltskörperchen der *Celastrineen*-Blätter dienten. Doch unterlasse ich nicht, auf die Schwierigkeiten hinzuweisen, die einem einwandsfreien Identitätsnachweis des Kautschuks begegnen.

---

[1]) Col (handschriftliche Bemerkung am Schlusse seiner Herrn Prof. Dr. Radlkofer zur Verfügung gestellten Arbeit): „Sur l'existence de laticifères à contenu spécial dans les Fusains." (Comptes rendus. 3. Juni 1901.)

[2]) cfr. p. 20.

[3]) Sitz. Ber. d. math.-phys. Kl. d. k. b. Ak. Bd. XX. 1890. p. 124.

[4]) Fritsch, l. c. p. 18 u. f.

Gibt doch bis jetzt die chemische Wissenschaft noch keinen sicheren Anhaltspunkt für die Erkennung von Kautschuk, so daß selbst die neuere chemische Literatur[1]) den langsamen Verlauf, den die Entwicklung der Chemie des Kautschuks nimmt, als auffallend bezeichnet. Deshalb richtete auch Fritsch sein Augenmerk zunächst darauf, Reaktionen ausfindig zu machen, die Kautschuk von pflanzlichen Fetten mit Sicherheit zu unterscheiden gestatten, nachdem Braunfärbung durch Überosmiumsäure, bisher als eine spezifische Reaktion auf Fett angesehen, sich als unzuverlässig erwies. Schließlich gaben das Verhalten zu polarisiertem Lichte und die Lösungsverhältnisse den Ausschlag.

So wurden denn auch in Parenchymzellen der *Celastrineen*-Blätter reichliche, bei gekreuzten Nikols stark lichtbrechende Kautschukmassen nachgewiesen bei *Evonymus alata, Lophopetalum, Polycardia, Zinowiewia, Plenckia, Wimmeria, Elaeodendron australe* und *capense, Hartogia, Pleurostylia, Lauridia, Gyminda, Fraunhofera* und *Schaefferia.*

Dagegen fehlt jeglicher Zellinhalt in den gebleichten Blattquerschnitten von *Evonymus americana* und *europaea, Microtropis, Celastrus scandens, Maytenus communis, Gymnosporia rufa, Pterocelastrus, Kurrimia, Goupia* und *Siphonodon.*

Die übrigen, nicht genannten Gattungen bez. Arten enthalten häufig in ihren Msphz. nicht doppeltbrechende krumöse Massen oder scheibenförmige Körper, die sich in Alkohol z. T. lösen und teils als Fettkörper, teils als Protoplasmarückstände anzusprechen sind.

Von sonst vorkommenden Sekreten sei noch auf die bei *Mortonia* in eigentümlichen Sekretgängen abgelagerte feste Masse hingewiesen. In ungebleichten Schnitten sieht man zuweilen die ganz beträchtliche Breite dieser Gänge ausgefüllt mit einer gelben, scharfkantigen, zerklüfteten Substanz, die das Licht stark doppelt bricht und sich in Alkohol und Javellescher Lauge im Moment der Einwirkung löst. Jod bewirkt keine Farbenveränderung.

Schließlich ist noch das Vorkommen von

Gerbstoff

von Interesse, insofern derselbe häufig in besonderen Behältern abgeschieden ist. So zeichnen sich bei *Evonymus* entweder einzelne Zellen oder die Glieder einer ganzen Kette in den mittleren und unteren Partien des Blattquerschnittes durch besondere Größe vor den übrigen Grundgewebezellen aus. Solche durch Größe hervortretende Gerbstoffbehälter besitzt auch *Maytenus (communis), Microtropis ramiflora, Pachystima.* Als weiteres Merkmal sind für die Gerbstoffzellen von *Wimmeria concolor* und *Zinowiewia* neben ihrer bedeutenderen Größe noch ihre dickeren Wandungen hervorzuheben. Bei *Cassine (scandens)* unterscheiden sich die Gerbstoffzellen z. T. durch Größe, kreis-

[1]) Jahrbuch der Naturwissenschaften. 1901—1902. p. 112.

runde Form, Stärke und Tüpfelung ihrer Wandungen von den übrigen Schwammparenchymz. Bei *Myginda* sind die Gerbstoff führenden Palz. entweder durch ovale Form — bei den Arten mit kleingliedrigen Palz. — oder — bei den übrigen Arten — durch auffällige Breite kenntlich.

Häufig dienen ausschließlich gewisse Schichten von Msphz., welche allerdings nicht weiter differenziert sind, als Gerbstoffbehälter, besonders die Palz. Bisweilen enthält auch das Hyp. (abgesehen vom Grundgewebe) Gerbstoff, so bei *Elaeodendron australe*, *Cassine*, *Mystroxylon confertiflorum*, oder auch die Ep. besonders in der Umgebung der Sp.-Öff., so bei *Evonymus alata*, *Mystroxylon Holstii*, zumeist endlich auch das Holz- und Bastparenchym, letzteres in besonders weitlumigen Elementen.

Während bei mehreren Gattungen Gerbstoff gänzlich fehlt, tritt er bei anderen reichlich auf, so besonders bei *Gymnosporia*, *Scytophyllum*, *Pterocelastrus stenopterus*, *Polycardia*, *Zinowiewia*, *Tripterygium*, *Cassine*, *Mystroxylon*, *Hartogia* und *Pleurostylia*.

Spezieller Teil.

Was die Frage nach einer anatomischen Charakteristik der ganzen Familie betrifft, so will ich zunächst die bezügliche Literatur anführen.

Loesener schreibt im Jahre 1892 [1]) (unter Hinweis auf Solereder: „Systematischer Wert der Holzstruktur bei den Dikotyledonen". 1885. p. 99, 100):

„Es gibt weder im Bau des Stammes, noch in dem des Blattes ein für die ganze Familie charakteristisches Merkmal. Ebensowenig Übereinstimmung zeigen in dieser Beziehung die einzelnen Arten der größeren Gattungen unter sich."

Solereder [2]) stützt sich in der „Systematischen Anatomie der Dikotyledonen" sowohl auf das im Anschluß an die obigen Bemerkungen wiedergegebene Referat über Stenzels Untersuchungen als auch auf die eigene anatomische Prüfung von *Elaeodendron glaucum* Pers., *Celastrus articulatus* Thunb. und *Evonymus theaefolius* Wall. Seine Angaben lauten:

„Für die untersuchten Arten ist oberflächliche Korkentstehung, Hoftüpfelung der prosenchymatischen Grundmasse des Holzes, die Tendenz zur Bildung von leiterförmigen Gefäßdurchbrechungen, der Mangel eines einheitlichen Spaltöffnungstypus und das Fehlen von Außendrüsen hervorzuheben. Der oxalsaure Kalk findet sich in Form von Einzelkristallen und Drusen.

---

[1]) Engler-Prantl: „Natürliche Pflanzenfamilien". Teil III, Abt. V. 1896 (Bearbeitung der *Celastrineen* von Loesener, gedruckt August 1892), pag. 189.

[2]) Solereder: „Systematische Anatomie der Dikotyledonen". 1899. pag. 241.

Bei der Gattung *Wimmeria* ist in den Zellen des Bastes das Vorkommen einer kautschukähnlichen Substanz beobachtet. Bei *Kokoona* Harzzellen[1]) (?) im Blatte."

Was die Blattstruktur speziell anlangt, heißt es weiter: „Bei den (oben erwähnten 3) Arten besitzen die Spaltöffnungen keine besonderen Nebenzellen. Einzelkristalle werden von Loesener in den Blattepidermiszellen von *Cassine*, Sektion *Euelaeodendron* Loes.[2]) angegeben. Bei *El. glaucum* fand ich kleinere, isolierte oder in Gruppen beisammenstehende Epidermiszellen mit je 1 Druse, seltener mit 1 Einzelkristall erfüllt. Verschleimung der Blattepidermis ist nach Loesener bei *Perrottetia* beobachtet und auch bei *Goupia glabra* Aubl. vorhanden, 1—2 schichtiges Hypoderm bei *Rhacoma* (id est *Myginda*) und einigen Arten von *Cassine*, weiter auch bei *Evonymus theaefolius*. Das Mesophyll enthält bei *Maytenus* und *Lophopetalum* nur Einzelkristalle, bei *Evonymus*, *Putterlickia*, *Schrebera* (id est *Schaefferia*), *Cassine Sectio Eucassine* Loes. (id est *Cassine*) Drusen, während bei anderen Gattungen sich keine Konstanz in dieser Richtung findet. Behaarung tritt bei den *Celastrineen* selten auf. Drüsenhaare sind nicht beobachtet worden (dafür sezernieren bisweilen die Blattzähne. Reinke in Pringsheim Jahrb. Bd. X., 1876 p. 142 gibt für *Catha cassinoides* Kolleteren an den Blattzähnen an, welche aus einigen axilen Zellreihen und einer Außenseite bestehen; die Zellen der letzteren sind im oberen Teil der Kolleteren keilförmig und der Sitz der Sekretion. Auf den Blattnerven von *Celastrus articulatus* fand ich einfache, einzellige Haare in Form langer, fingerförmig gestalteter Papillen, bei *Fraunhofera multiflora* Mart. längere einfache, einzellige oder durch dünne Scheidewände einzellreihige Haare."

Meine eigenen Beobachtungen mögen die vorerwähnten Angaben bestätigen, bez. ergänzen. Die Spaltöffnungen finden sich meist nur auf der Blattunterseite und besitzen nicht gerade häufig deutlich ausgeprägte Nebenzellen. Behaarung ist wenig verbreitet und nie sehr reichlich. Sekrethaare oder Außendrüschen sind überhaupt nicht beobachtet. Hypoderm tritt ebenfalls nur bei wenigen Gattungen bez. Arten auf. Der Blattbau ist meist deutlich bifazial, ein ausgeprägt zentrischer kommt nach meinen Beobachtungen nicht vor. Die Nerven besitzen mit wenigen Ausnahmen sklerenchymatisches, öfters auch kollenchymatisches Begleitgewebe. Sie sind teils eingebettet, teils durchgehend. Spikularfasern sind nicht ausgebildet, dagegen zweigen die Skz. der Nerven bisweilen in das Blattparenchym

---

1) Diesbezüglich sagt Loesener (l. c. p. 192): „Die auf der Blattunterseite von *Kokoona zeylanica* Thwaites sich findenden schwarzen Punkte rühren (nach einer mündlichen Mitteilung Gilgs) von großen, in der Epidermislage und im Mesophyll ausgebildeten Harzdrüsen her."

2) In den Nachträgen zu Bd. II—V von Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien, von Loesener wieder, wie früher, als eigene Gattung *Elaeodendron* aufgestellt.

ab. Kr. sind im Blattinnern stets, bisweilen auch in der Ep. vorhanden, teils als Einzelkristalle teils als Drusen, oder auch beide Formen nebeneinander. Gerbstoff findet sich bisweilen in besonderen Behältern, wie auch Kautschuk bei einigen Arten in eigentümlichen Schläuchen. Häufiger ist das Vorkommen von Kautschukkörperchen in gewöhnlichen Mesophyllzellen.

Die Charakteristik der einzelnen Gattungen und Arten gestaltet sich folgendermaßen:

Evonymus L.

Bld. 0,16—0,3 mm. Epz. ziemlich groß, etwa 0,05 mm, unregelmäßig polyg. mit geraden oder schwach gebogenen, auch gebuchteten Seitenrändern; dieselben meist getüpfelt. Außenw. meist stark verdickt und nach außen gebogen. Sp.-Öff. bisweilen in geringer Zahl auch obers., ganz wenig hervorstehend; Nebenz. selten: deutlich zackenartiger Kut.-Kamm. Haare selten. Hyp. bei den untersuchten Arten nicht vorhanden (über *Ev. theaefolius* s. p. 24). Gfb. eingebettet oder durchgehend; meist deutliche Parenchymscheide. Skf. spärlich oder ganz fehlend. Koll. teils reichlich ausgebildet, teils nicht vorhanden. Kr. nur als Drusen. Dieselben meist groß, oft in besonderen kreisrunden Zellen des Mesophyllg., selten auch in d. u. Epz. Inhaltskörperchen bisweilen vorhanden. Gerbst. oft in eigenen Behältern.

Ev. alata Thb. Bürger No. 115. Japan.

Bld. 0,3 mm; o. Epz. auf der Flächenans. unregelmäßig polyg., 4—6 seitig, mit meist geraden oder nur schwach gebogenen, ungetüpfelten Seitenr.; meist nach einer Dimension bedeutent gestreckt, etwa 0,053 mm lg. 0,027 mm bt.; Außenw. stark verdickt, bauchig gewölbt; Seitenw. bedeutend schwächer, noch mehr die Innenw.; Z. 0,02 mm hch., meist doppelt so breit; Lumen oval. U. Epz. kleiner, Seitenr. selten gerade, mehr oder weniger buchtig: Außenw. schwächer w. o. Beiders. Kut. rauh. Sp.-Öff. obers. selten, unters. etwa 20 auf 1 qmm ganz wenig hervorstehend, oval; deutlich zackenförmige Kutl. Parallele Nebenz. selten; die Nachbarz. greifen unter die Schlz. Haare und Hyp. nicht vorhanden. Mphz. verhältnismäßig starkwandig. Palg. 2 schichtig, locker, daher schmale Interzellularräume oft bis an die Ep. reichend; Seitenw. gerade; bisweilen Querteilung. Schwg. 3—4 schichtig, aus kleinen ovalen Z. bestehend. An der Grenze beider Gewebsteile liegt eine Schicht großer runder oder ovaler Gerbstoffbehälter (etwa 0,067 mm bt. und 0,05 mm hch). Ventral des Gfb. ein Bündel englumiger Skf., dorsal nur einige wenige, vereinzelte Fasern. Deutliche Parenchymsch. Nerven 2. Ord. vermittelst Kollg. durchgehend, jene 3. Ord. bedeutend kleiner und eingebettet. Kr. nur in Form von Drusen in allen Teilen des Mphg., vornehmlich aber an den Nerven, auch im Baste. Im ersteren Falle gut mittelgroß (0,02 mm). Körperchen rundlich, groß (0,02 mm), stark doppelt brechend

häufig im Mphg., nicht jedoch in gerbstoffhaltigen Palz. Gerbst. reichlich in den die Sp.-Öff. umgebenden Epz., vielen Palz. und den oben erwähnten, besonderen Behältern.

Ev. alata Koch. Koehne No. 364. Hort. Bot. Berol.

wie vor, nur Seitenw. der Epz. deutlich getüpfelt, Skf. ober- und unterhalb des Gfb. sehr spärlich, Körperchen fehlen, dagegen viel Stärke in den Begleitzellen der Gerbstoffbehälter sowie in vielen Zellen der u. Ep.

Ev. americana L. Richard No. 66. Carolina.

Bld. 0,16 mm. Epz. auf der Fläche meist nach einer Dimension gestreckt, unterschiedlich groß z. B. 0,05 mm lg., 0,028 mm bt. u. 0,086 mm lg., 0,069 mm bt. Bisweilen durch feine Querwand geteilt. Seitenr. gebogen oder leicht unduliert. Querschn.: Z. 0,027 mm hch., also breiter wie hoch, Außenw. stark auswärts gebogen, nicht besonders kräftig, nur wenig schwächer die Seiten- und Innenw.; erstere getüpfelt. Lumen oval. Sp.-Öff. nur unters., etwas hervortretend. Haare in Form von kurzen, stumpf endigenden, dickwandigen Papillen nur an den Mittelrippen der Blattunters. Hyp. nicht vorhanden. Mphz. starkwandig; Palg. 1 sch.; Z. kurz und verhältnismäßig breit (0,027 mm hch. und 0,013—0,02 mm bt.); Wandungen gefaltet; öfters Querteilung. Schwg. 5 bis 6 sch., aus niederen und sehr in die Quere gestreckten Zellen zusammengesetzt. Weite Interzellularen. Vereinzelte Gerbstoffzellen, durch Größe ausgezeichnet. Nerven obers. eingebettet, unters. vermittelst schwach verdickter Kollz. durchgehend. Sk. nicht vorhanden. Kr. als Drusen im Schwg., bisweilen auch in d. u. Ep., nicht im Palg. und im Baste. Ziemlich groß (0,027 bis 0,033 mm). Krz. des Blattinnern kreisrund, durch Größe ausgezeichnet. Körperchen nicht vorhanden. Gerbst. in vielen Palz. und besonderen Behältern im Schwg.

Ev. europaea L. Hausmann No. 596. Bozen.

Bld. 0,186 mm. Epz. polyg., gestreckt, Größe wie bei *Ev. alata*; Seitenr. gerade; Außenw. kräftig, nach außen gebogen, Innenw. keilförmig; Seitenw. getüpfelt. Z. der u. Ep. bedeutend niedriger (0,013 mm) wie o. Sp.-Öff. etwa 45 auf 1 qmm, nur unters. Haare und Hyp. nicht vorhanden. Palg. 2—3 sch. Wandungen der Zellen gefältelt. Schwg. locker gebaut, 5 sch.; kleine rundliche Z. Rippen ober- und unters. ganz wenig hervorstehend. Nerven vermittelst Kollg. beiderseits durchgehend. Sk. fehlt. Kr. nur Drusen, spärlich, aber in allen Teilen des Blattinnern, auch im Baste angetroffen. Größe derselben und Krz. wie bei *Ev. americana*. Körperchen und Gerbst. nicht vorhanden.

Lophopetalum Wight.

Blätter ziemlich dünn (0,17—0,29 mm). Epz. polyg.; Seitenr. gerade, sehr kräftig. Außenw., vom Quersch. betrachtet, meist

zweischichtig, auf der Blattunters. meist stark vorgewölbt. Die beiders. Ep. führt zahlreiche Krz. (mit Ausnahme von *L. Wallichii*). Sp.-Öff. nur unters., meist von 3—6 Nebenz. umgeben, deren Radial-Wandungen sehr dünn sind. Bisweilen auch an den Flanken parallele und an den Enden quere Nebenz. Schlz. auf dem Querschn. von den Nebenz. rings umschlossen. (Höhe der Schlz. 0,007, der Nebenz. 0,019). Deutliche innere und äußere hörnchenartige Kutl. Haare fehlen. Hyp. nur oberhalb der größeren Nerven angedeutet. Sksch. rings geschlossen oder an den Flanken offen. Nerven durchgehend, Seitennerven 2. Ordn. jedoch eingebettet. Kr. in Ep. und Mphg. in Form von Einzelkr. resp. Zwillingen. Doppelt brechende Zellinhaltskörperchen gewöhnlich vorhanden.[1])

L. fimbriatum Wight.
Wall. Cat. No. 4300. Mons Sillet.

Bld. 0,17 mm. Epz. knapp mittelgroß (0,026 lg., 0,01 bt.) polyg. mit geraden, auf der Unters. bisweilen schwach gebogenen Seitenr.; dieselben sehr kräftig; die Ecken zeigen obers. eine knötchenartige Verdickung, auf der Unters. nicht bemerkbar. Häufig beiders. Krz. Außenw. stark, meist gerade, bisweilen gebogen; Seitenw. keilförmig, mit der Spitze nach innen, in der u. Ep. schwach getüpfelt, Innenw. stark. Höhe der Z. 0,019 mm, Lumen quadratisch oder querrechteckig. Spaltöff. unters., etwa 45 auf 1 qmm. Nebenz. 3 oder 4 auch 6: ihre die Schließzellen berührenden Radial-Wandungen sind im Gegensatz zu ihren Außenwandungen dünn. Haare nicht vorhanden. Hyp. beiderseits über den größeren Nerven angedeutet. Palg. 2 bis 3sch.; Wandungen der Z. gefaltet; bisweilen Querwand. Schwg. 6sch., locker; Z. klein, annähernd quadratisch, mit unregelmäßig gefalteten Wandungen; Z. der untersten Schicht meist höher wie breit. Rippen beiderseits schwach vorgebogen. Gfb.-System aus mehreren Strängen bestehend, sieht wie konzentrisch gebaut aus, mit dem Holzteil im Zentrum. Nerv. verm. kollenchymat. Gew. durchgehend, diejenigen 3. Ordn. jedoch eingebettet. Einfache Sksch. rings geschlossen, bei den kleineren Nerven seitlich offen. Die Fasern haben schmales Lumen. Kr. als Einzelkr. in der beiders. Ep., im Mphg. und zuweilen im Baste, die Kr. in der ob. Ep. sind kleiner und auch weniger zahlreich wie in der u. Ep., wo sie eine durchschnittliche Länge von 0,015 mm besitzen und oft reihenweise in den Z. zwischen den Spaltöff. gelagert sind. Die Krz. sind hier entsprechend der Zahl der Kr.

[1]) Da Stenzel nur *L. Wightianum* zur Verfügung stand, ist seine Gattungscharakteristik in einigen Punkten richtig zu stellen. So sind die Außenwände der Epz. nicht immer eben, wie die stark bogenförmige Ausbildung derselben an der Blattunters. von *L. Wallichii* und *Wightianum* zeigt. Ferner konnte ich auch Tüpfelung der Seitenw. der Epz., sogar bei *L. Wightianum*, nachweisen. Das Palg. ist nur 2—3 sch. Endlich sind Krz. in der Ep. nicht für alle Arten charakteristisch; denn sie fehlen bei *L. Wallichii*.

durch feine Querwände in Kammern abgeteilt. Im Mphg. finden sich die Kr. hauptsächlich an den Nerven, spärlich im Palg. In letzterem Falle sind sie ziemlich langgestreckt. Körperchen fehlen. Gerbst. in vielen Z. des Ass.-G. und des Weichbastes.

L. Wallichii Kurz.

Kurz No. 166. Birma.

Bld. 0,29 mm. Epz. der u. Ep. etwa gleich hoch wie die der oberen, weil Außenwände sehr stark, fast papillenartig gebogen. Seitenw. der o. und u. Ep. schwach getüpfelt. Beiders. Außenw. deutliche Doppelschichtung zeigend. Krz. fehlen. Kut. gewöhnlich im Umkreis der Spaltöff. punktiert oder mit kleinen runden Flecken gezeichnet, sonst rauh. Palg. 3sch., aus kurzen und verhältnismäßig breiten Z. bestehend; Wandungen gefaltet. Schwg. 8sch. Rippen nur unters. etwas vorspringend, Nerven durchgehend, die kleineren eingebettet. Gefäßbündelsystem ebenfalls zentrisch aussehend. Im Holzteil fallen Tracheen vom Durchmesser 0,03 mm auf. Sksch. nur zu beiden Seiten der Nerven eine kleine Öffnung bietend. Parenchymscheide besteht aus weitlumigen Zellen, z. T. mit getüpfelten Wandungen. Einzelkr. im Ass.-Gew. selten, dagegen reichlich im Weichbaste, nicht in der Ep. Rundliche, stark doppeltbrechende Körperchen sowie Gerbstoff reichlich in den meisten Zellen des Ass.-Gew. — Im übrigen wie bei *L. fimbriatum*.

L. Wightianum Arn.

Coll. Mez. ed. Hohenack. No. 324. Mangalor (Ind. or.)

Bld. 0,29 mm. Ep. wie bei *L. Wallichii*, aber Kristalle bergend. Kut. der u. Ep. wie mit winzig kleinen Warzen besät oder mit Strichelchen gezeichnet, besonders bemerkbar über den Seitenrändern der Epz. und den Rändern des Kutikularkammes. Haare und Hyp. nicht vorhanden. Palg. 6sch., aus kurzen, eng zusammenschließenden, geradwandigen Zellen bestehend. Schwg. sehr locker gebaut. Rippen unters. schwach vorgewölbt. Nerv. oberseits mittelst einiger weniger, schwach kollenchymatisch ausgebildeter Zellen durchgehend, unterhalb sind Kollz. reichlicher vorhanden Die Sksch. beiderseits offen. Einzelkr. in Ep.- und Mesophyllz. ziemlich spärlich, dagegen reichlich im Weichbast. Körperchen stark doppelt brechend sowie Gerbst. reichlich im Assg. Sonst wie bei *L. fimbriatum*.

Glyptopetalum Thwait.

Diagnose nach Stenzel:

Epz. sehr flach, Außenw. der Epz. beiderseits gebogen; Seitenw. der Epz. beiderseits gerade, getüpfelt. Palg. 1—2sch.; im Blatt nur Drusen. Spikularf. nicht vorhanden. Gfb. im Hauptnerv geschlossen, von zahlreichen Skf. ringförmig umgeben.

Microtropis Wall.

Blätter von mittlerer Dicke (0,28—0,47 mm). Epz. von der Fläche gesehen ziemlich groß (etwa 0,05 mm), Seitenr. mehr oder minder tief gebuchtet (nur bei *M. densiflora* gerade). Auf dem Querschn. breiter wie hoch, trotzdem die Zellen inkl. der äußerst starken Außenw. (mit z. B. 0,019 mm bei *M. ramiflora*) eine ganz beträchtliche Höhe erreichen (z. B. 0,05 mm bei *M. ramiflora*). Die Außenw. gewöhnlich 2sch., Seiten- und Innenw. mit großen, runden Tüpfeln versehen. Die u. Ep. enthält (mit Ausnahme von *M. ramiflora*) hier und da unregelmäßig ausgebildete Drusen, noch seltener Einzelkrist. Sp.-Öff. nur unterseits, Nebenz. selten. Haare, Hyp. und Kollg. fehlen. Mphz. meist starkwandig. Palg. kurz und breit, Wandungen gefaltet, 1—2 Schichten. Schwammg. locker gebaut, auf dem Flächenschn. zwischen den Zellen gleichmäßig rundliche Interzellularen zeigend. Nerven eingebettet, fast kreisrund, mit offener oder geschlossener Sk.- und Parenchymscheide. Freiliegende Skz. bisweilen reichlich vorhanden. Dieselben sind knorrig, selten gerade, unverzweigt oder höchstens mit ganz kurzem Seitenast versehen. Kr. in Form unregelmäßig ausgebildeter Drusen, häufig einfache Verwachsung von zwei oder mehr Einzelkr., seltener Einzelkr., auch solche mit Spalten durch das Innere sowie Kristallsand im Assg. (nicht im Weichbast) sowie in der u. Ep. Körperchen nicht vorhanden. Gerbst. bisweilen fehlend, bisweilen in besonderen Behältern.

M. bivalvis Wall.

Wall. Cat. No. 4340. Penang.

Bld. 0,28 mm. Epz. ziemlich groß (etwa 0,053 : 0,03 mm), Seitenr. stark, buchtig; Außen- und Innenw. gleich, sehr stark; erstere obers. gerade, unters. stark vorgewölbt; doppelschichtig; Seiten- und Innenw. stark getüpfelt; Lumen sehr eingeengt, mehr als doppelt so breit wie hoch. In der u. Ep. bisweilen Kr. (s. u.). Kut. der Oberseite gerad- oder schlangenlinig gezeichnet. Sp.-Öff. nur unters., ohne Nebenz. Schließz. fast so hoch wie die Nachbarz. (0,013 mm) und wenig verdickt, daher Lumen weit. Mphz. starkw.; Pal. aus 1 Sch. kurzer und breiter Zellen mit gefalteten Wandungen bestehend. Schwg. 10sch., locker gebaut; Z. oval oder querrechteckig. Mitunter große Gerbstoffz. (0.08 bt., 0,02 hch.) Rippen nicht hervortretend. Nerven eingebettet, jene 2. und 3. Ordn. von geschlossenem Ring von Skf. umgeben. Isolierte Skz. nicht vorhanden. Doch finden sich unter den Skf. bisweilen außerordentlich dickwandige, durch hellen Glanz auffallende Elemente, in einem Falle abseits vom Nerv sogar eine quer getroffene Faser, was als Vorstufe für die Abzweigung in das Assg. betrachtet werden kann. Kr. spärlich in Form ziemlich großer Drusen (0,023 mm Durchmesser) in den oberen Partien des Schwg. (nicht im Palg. und Weichbast); selten Einzelkr. (zuweilen mehrere miteinander ver-

wachsen) in Zellen der u. Ep. Mitunter kommt auch Krs. vor. Körperchen und Gerbst. nicht vorhanden.

M. densiflora Wight.
Hb. Wight. No. 470. Penins. Ind. or.

Bld. 0,47 mm. Epz. wie vor., nur Seitenr. sehr stark; Buchtung der Seitenr. unters. tiefer wie obers., nur in Nähe der Sp.-Öff. weniger, hier auch die Zellen kleiner. Außenwand sehr stark (0,016 mm), beiders. gerade, Seitenw. keilförmig, Innenw. halb so stark wie Außenw. Kut. um den Sp.-Öff.-App. leicht gezeichnet. Sp.-Öff. etwa 40 auf 1 qmm: fast kreisrund. Schließz. auf Querschn. fast doppelt so hoch wie breit; stark verdickt, daher Lumen schmal. Mphz. starkwandig. Palg. 2 bis 3 sch.; Z. lang und schmal (0,053 : 0,013), bisweilen Querteilung. Schwg. bestehend aus 12—14 Schichten rundlicher, locker gebauter Z. Rippen nur unterseits in flachem Bogen vorspringend; Nerv. eingebettet. Seitlich offener Skr. Lumen der Fasern schmal oder weiter, dann rundlich. Bisweilen kurze Skz. isoliert im Parenchymg. Kr. reichlich im Assg. (nicht im Baste), seltener in der u. Ep., in Form undeutlich ausgebildeter Drusen, auch von Krs. Gerbst. in einigen Pal.- und Schwg.-Schichten, sowie im Bast.

M. discolor Wall.
Wall. Cat. 4337 B. Sillet.

Bld. und Ep. wie bei *M. bivalvis*, nur Außenw. der Epz. beiders. gerade, Innenw. bedeutend schwächer, daher Lumen weiter. Kr. in der u. Ep. häufig. Kut. nicht gestreift. Sp.-Öff. etwa 30 auf 1 qmm. Lumen der Schließz. schmal. Mphg. starkw., locker gebaut. Palg. 1 sch., Wandung der Z. gefaltet, bisweilen Querteilung, Ep. über den Nerven flach. Nerven eingebettet. Seitl. offene Sksch. von schmallumigen Fasern. Kurze Skz. mitten im Gewebe, längs oder quer getroffen, selten. Kr. in Form undeutlicher Drusen (0,023 mm Durchm.) in allen Teilen des Assg., aber nicht häufig (fehlend im Baste). Desto häufiger Einzelkr., auch solche mit Spalten durch das Zentrum, in der u. Ep. singulär in einer Z. oder zu mehreren, dann durch feine Zwischenw. voneinander getrennt; die Krz. oft in größeren Gruppen oder Reihen angeordnet. Körperchen und Gerbst. nicht vorhanden.

M. discolor Wall.
sub: *M. garcinifolia* Wall.
Kurz No. 175. Birma.

Wie vor., nur Kut. der Obers. fein liniiert; Skz. im Assg. nicht bemerkt; Kr. weniger häufig im Blattfleisch und in der u. Ep. Das ganze Mphll. angefüllt mit Stärkekörnern.

M. latifolia Wight.
Hb. Wight No. 447. Penins. Ind. or.

Bld. 0,4 mm. Ep. wie bei *M. bivalvis*; nur Z. der u. Ep. auf Flächensch. schwach unduliert; Lumen auf Querschnitt rechteckig 0,009 mm hch.: Außenw. nicht doppelschichtig, beiderseits gerade. Unterseitige Kut. fein gestreift, um die Sp.-Öff. herum kreisförmig. Sp.-Öff. etwa 35 auf 1 qmm; fast rund (0,022: 0,019 mm). Mphg. dünnwandig. Palg. aus 1 Sch. kurz- aber breitgliedrigen Zellen bestehend; Wand der Z. gefaltet; zuweilen Querteilung. Schwg. locker gebaut, undeutlich geschichtet; Z. rundlich oder querrechteckig. Rippe nicht vorspringend; Nerv. eingebettet. Skr. beiderseits offen. Skz. reichlich, nach allen Richtungen im Mphll. verlaufend, beiderseits die Ep. berührend, senkrecht und parallel zu ihr, aber nicht von einer Ep. zur andern reichend; die längs getroffenen, im Assg. freiliegenden Skz. sind teils Uförmig gebogen oder bilden einen scharfen Winkel, Verzweigung spärlich; mittlerer Querdurchmesser 0,026 mm. Kr. in Form undeutlicher Drusen im Mphll. selten, in Form von Einzelkr. oder Krs. in vielen Z. der u. Ep. In letzterem Falle öfters, wenn zu mehreren, von feinen Zellulosewänden eingekammert. Gerbst. nur im Baste.

M. occidendalis Loes.
Smith No. 6470. Costa Rica.

Bld. 0,3 mm. Ep. wie bei *M. bivalvis*, jedoch Außenw. nur halb so stark, nicht doppeltschichtig, beiderseits gerade; Lumen der Epz. auf Quersch. oval oder rechteckig. Kr. nicht vorhanden, keine Kutikularzeichnung. Sp.-Öff. etwa 20 auf 1 qmm. Palg. 1 sch., Zellw. gefaltet; öfters Querteilung. Schwg. 10 sch. Zellen oval. Rippen nicht vorgewölbt. Nerv. eingebettet. Schmaler Skr., an mehreren Stellen geöffnet. Fasern platt gedrückt, nicht sehr dickwandig. Parenchymsch. aus großen, z. T. getüpfelten Zellen bestehend. Freie Skz. im Assg. nicht vorhanden. Kr. nicht sehr häufig, in Form unregelmäßiger Drusen; sie fehlen in der Ep. und im Bast. Bisweilen füllt Krs. ganze Palz. Körperchen und Gerbst. nicht vorhanden.

M. ovalifolia Wight.
Hb. Wight No. 448. Penins. Ind. or.

Bld. 0,18 mm. Ep. wie bei *M. bivalvis*, nur Außenw. beiders. gerade, Lumen weiter, weil Zellen etwas höher (0,03 mm), Seitenw. der u. Ep. gebogen oder schief, Innenw. schwach. Kut. im Umkreis der Sp.-Öff. gestreift. Sp.-Öff. etwa 45 auf 1 qmm, fast kreisrund. Mphg. dünnwandig. Palg. 2 sch.; Wandungen der Z. gefaltet, in der obersten Schicht bisweilen Querteilung. Schwg. locker, 10 sch.; Z. oval oder querrechteckig. Rippen unters. schwach vorgebogen; Nerv. eingebettet: ober- und unterhalb desselben kleine Gruppe dickwandiger, schmallumiger Skf. Bisweilen eine Skz. isoliert im Assg. Kr. spärlich in Form von

Drusen im Mphll. (nicht im Baste), ziemlich spärlich auch in der u. Ep. als Einzelkr., teils einzeln, teils bis zu vier in einer Zelle lagernd, durch feine Zwischenw. voneinander getrennt. Gerbst. hauptsächlich im Palg. und im Baste.

M. ramiflora Wight.

Hb. Wight No. 449. Penins. Ind. or.

Bld. 0,4 mm. Epz. auf der Fläche etwa 0,04 mm lg., 0,03 mm bt., polyg., mit geraden, dicken, stark getüpfelten Seitenr.; auf Quersch. obers. 0,05 mm hoch, unters. die Hälfte. Außenw. sehr stark (0,019 mm), beiders. gerade, doppelschichtig; Seitenw. keilförmig, Innenw. viel schwächer wie Außenw. In der u. Ep. keine Kr. Kut. nicht gestreift. Sp.-Öff. fast kreisrund (0,02 : 0,019). Die Schließz. liegen in der Höhe der starken Außenw. der Epz. Mphg. starkw. Palg. 1—2sch. Seitenw. der Z. teils gerade, teils gefältelt; keine Querteilung. Schwg. 14 bis 15sch., locker gebaut, aus ziemlich großen, rundlichen, ovalen oder rechteckigen Z. bestehend. Vereinzelte ovale Z. führen Gerbst. Rippen nicht hervortretend; Nerv. eingebettet; ober- u. unters. derselben lockere Gruppen von Skf. Bisweilen kurzer Seitenast einer Skz. der o. Ep. zustrebend, dieselbe manchmal erreichend. Lumen derselben sehr unterschiedlich. Kr. als Drusen oder Krs. nicht sehr häufig im Assg. Sie kommen nicht innerhalb der obersten Pal.-Schicht, im Baste und der Ep. vor. Gerbst. im Palg., in isolierten ovalen Zellen des Schwg. und im Weichbast.

Denhamia Meißn.

Diagnosen nach Stenzel:

Epz. breiter als hoch; Außenw. stark, beiders. eben; Seitenw. beiders. gerade; Hyp. 1sch., Z. größer als die Epz. Blattbau bifazial; Sp.-Öff. nur unters.; Nebenz. mehrfach geteilt; Palg. 2—3sch.; Gfb. im Hauptnerv und Stiel fast geschlossen, in beiden von einer starken Scheide englumiger Skf. ringförmig umgeben; in den Epz. u. Mesophyll nur Einzelkr.

Celastrus L.

Diagnosen nach Stenzel:

Epz. breiter als hoch; Blattbau bifazial; Sp.-Öff. nur auf der Blattunterseite; Spikularf. nicht vorhanden; im Blatt und Blattstiel teils nur Drusen, teils nur Einzelkr., teils Drusen und Einzelkr.; Skf. im Stiel meist nur in geringer Menge oder garnicht vorhanden.

Zur Kontrolle untersuchte ich:

Celastrus scandens L.

A. Gray, New York.

Bld. 0,11 mm. Epz. auf der Flächenansicht nach einer Dimension gestreckt, etwa 0,033 mm lg., mit schwachen, undu-

lierten Seitenr. Z. nur 0,01 mm hoch, dagegen meist mehr als doppelt so breit. Außenw. ziemlich stark, gewölbt, Seiten- und Innenw. schwach. Kut. nicht gestreift. Sp.-Öff. etwa 40 auf 1 qmm., oval, mittelgroß (0,026 : 0,021 mm). An den Flanken meist je eine parallele Nebenz., diese meist nochmal geteilt. Die Nebenz. greifen, vom Querschn. gesehen, unter die Schließz.; deutliche hörnchenartige Kutikularleiste. Haare und Hyp. fehlen. Palg. 1 sch.: Z. kurz und breit (0,015 : 0,009 mm) mit gefältelten Wandungen. Schwg. teilweise locker gebaut; Z. niedrig, querrechteckig. Rippe obers. ganz wenig, unters. in kräftigem Bogen (gleich der Blattdicke) vorspringend. Seitennerv vermittelst reichlicher, weitlumiger, runder Kollz. durchgehend, die Venen sehr klein und eingebettet. Skf. nicht vorhanden, undeutliche Parenchymsch. Im Holzteil auffallend weite Tracheiden vom Querschnitt 0,016 mm. Kr. nur Drusen, regelmäßig ausgebildet, groß (0,023—0,027 mm), spärlich in den an die Pal. anschließenden Zellen. Kleine Drusen im Weichbast. Körperchen und Gerbstoff fehlen.

Maytenus Feuill.

Diagnosen nach Stenzel:

Epz. teils höher als breit, teils breiter als hoch; Außenw. beiders. eben; Seitenw. beiders. gerade; Blattbau meist bifazial; Spikularf. nicht häufig; Gfb. meist geschlossen oder fast geschlossen; Skf. meist zahlreich; in den Epz. häufig Einzelkr., im Blatt meist nur Einzelkr.

Vergleichungsweise untersuchte ich

Maytenus communis Reiß.
Martius No. 188. Brasilien.

Bld. 0,2 mm. Epz. auf der Fläche knapp mittelgroß (0,02 mm), annähernd isodiametrisch, polyg., mit geraden, schwach getüpfelten Seitenr. Höhe 0,015 mm; Außenw. ziemlich kräftig, gerade (unters. ganz wenig gebogen), deutlich Doppelschichtung zeigend; Seitenw. gebogen, gleich wie Innenw. ziemlich schwach. Lumen quadratisch oder querrechteckig. Sp.-Öff. klein, elliptisch (0,016 : 0,01 mm), etwa 100 auf 1 qmm. Außenspalt sehr klein, oval; parallele Nebenz. gewöhnlich an den Flanken und senkrechte an den Enden der Schlz.; erstere öfters noch geteilt. Deutlich hörnchenartiger Kutikularkamm. Haare und Hyp. nicht vorhanden. Mphz. starkwandig, locker gebaut. Palg. 1—2 sch.: Z. ungleich lang, nach unten zu konisch sich verjüngend, Wandungen gerade. Schwg. 6—7 sch., die Gerbstoffbehälter übertreffen die andern Z. an Größe. Z. der untersten Schicht stellenweise palisadenartig gestreckt. Rippe nicht vorspringend; Nerv. eingebettet. An den Seitennerven gewöhnlich nur 2—3 vereinzelte Skf., an den Venen dorsal und ventral größere Gruppen von Skf. Kr. nur als Einzelkr., ziemlich selten;

nicht in der Ep. und im Bast. Körperchen fehlen. Gerbst. führen die Palz. und besondere Z. im Schwg.

Gymnosporia Wight et Arn.

Stenzel gibt als Charakteristik für die Untergattung *Eugymnosporia* Loes. an: Epz. breiter als hoch, häufig mehrfache Epidermis oder Hypoderm; sowie für die Untergattung *Scytophyllum* Eckl. et Zeyh.: Epz. höher als breit; Epidermis stets einschichtig; Hypoderm nicht vorhanden.

Aus beiden Untergattungen untersuchte ich je 1 Art, wobei ich namentlich als charakteristisch für *Scytophyllum* im Grundgewebe vereinzelt vorkommende Sklerenchymzellen hervorhebe.

Gymnosporia rufa Wall.
Wall. Cat. No. 4309. Indien.

Bld. 0.27 mm. Epz. groß (0,05 mm). polyg., mit geraden, stark getüpfelten Seitenr.; Z. obers. ziemlich hoch (0,036 mm), unters. fast nur die Hälfte. Außenw. sehr stark. 2 Schichten bildend, sanft gewölbt; Seitenw. gerade, keilförmig; Innenw. stark nach dem Blattinnern gewölbt; Lumen oval, häufig nur wenig breiter wie hoch. Kut. der Obers. dicht übersät mit kleinen Warzen, unterseits höchst ungleichmäßig mit punktförmigen oder wulstförmigen Erhebungen. Sp.-Öff. etwa 30 auf 1 qmm, oval (0,026 : 0,02 mm). Nebenz. selten. Schließz. kaum halb so hoch. wie die Nachbarz., diese greifen unter die Schließz., deutlich hörnchenartige Kutl. Haare und Hyp. fehlen. Palg. 1—2 sch., aus hohen, schmalen, geradwandigen Zellen bestehend (0,05 hoch, 0,008 mm bt.) Bisweilen Querteilung. Schwg. locker; 6 sch.; Z. rundlich oder oval. Rippen nicht vorspringend; Nerv. eingebettet. Unter- und oberh. des Gfb. starkentwickelte Gruppen von Skz., die unterseitigen Fasern kleinlumig, die obers. sehr weitlumig (bis 0,26 mm). Skz. im Grundgew. nicht vorhanden. Kr. nur in Form ziemlich kleiner Drusen (0,013 mm), nicht in der Ep. und im Bast, sonst aber überall, hauptsächlich in Zellen der 2. Palsch. und nahe der u. Ep. Körperchen kommen nicht vor, Gerbst. reichlich im Palg., Bast und in vielen Schwgz.

G. laurina (E. et Z.) Szysz.
sub: *Scytophyllum laurinum* Eckl.
Eckl. No. 966. Cap. b. sp.

Bld. 0,8 mm. Epz. auf der Fläche polyg., annähernd isodiametrisch, klein bis mittelgroß (Durchm. 0,02 mm); Seitenr. sehr stark, gerade. Bisweilen Querwand senkrecht zur Oberfl. Z. auf dem Querschnitt palisadenähnlich gestreckt, mehr als doppelt so hoch wie breit (0,046 mm hoch), Außenw. sehr stark, doppelschichtig, Außenfl. höchst uneben. Seitenw. meist etwas gebogen (unterseits keilförmig), gleich der Innenw. ziemlich schwach. Tüpfelung nicht bemerkt. Beiders. Kut. rauh und

rissig. Sp.-Öff. etwa 30 auf 1 qmm, groß (0,053 lg. 0,026 mm bt.), elliptisch. Keine Nebenzellen. Schließz. auf Querschn. höher wie breit, liegen auf gleichem Niveau wie die starke Außenw. der Nachbarz. Diese greifen unter die Schließz. derart, daß die Atemhöhle tief in die Ep. hineinreicht. Haare, Hyp. u. Kollg. nicht vorhanden. Palg. 3—5sch.; Schichtung ungleichmäßig infolge ungleicher Höhe (0,11 mm bis zur Hälfte) der Z. innerhalb der einzelnen Schichten. Öfters Querw. Schwg. 10 sch.; Z. ziemlich klein, unregelmäßig ausgebildet, in der untersten Schicht höher wie breit. Rippen nicht vorstehend; Nerv. eingebettet, klein (0,22 mm Höhendurchm. bei 0,8 mm Bld.) Hartbast bogenförmig, oberhalb der Nerv. nur 3—5zählige Gruppe von Fasern. Die Skf. weitlumig. Außerdem sehr häufig isolierte Skz. im Assg., nicht aber in den unteren Partien des Schwg. Sie sind ziemlich kurz, verlaufen nach allen Richtungen, auch parallel und senkrecht zur o. Ep., häufig verzweigt oder verästelt. Querdurchm. derselben bisweilen 0,04 mm. Kr. häufig (nicht in der Ep. und im Bast), gleichmäßig im Grundgewebe verteilt; regelmäßig ausgebildete Drusen mittlerer Größe (0,02 mm). Körperchen nicht vorhanden, Gerbst. reichlich im Assg. und Bast.

Ebenso verhält sich

G. laurina Szysz. sub: *Scytophyllum obtusum* E. et Z.
Eckl. No. 965. C. b. sp.,

nur ist das Blatt dünner, 0,44 mm, besitzt entsprechend weniger Zellschichten im Schwg., dessen Elemente rundlich sind. Drusen selten.

Desgleichen

G. laurina var. *β minus* Harv. et Sond.
sub: *Scytophyllum oleoides* Eckl.
Eckl. No. 967. C. b. sp.

Nur Bld. 0,63 mm; Z. der o. Ep. meist mittelgroß (0,026 mm); Skf. etwas zahlreicher; Drusen weniger häufig und etwas kleiner.

Putterlickia Endl.

Diagnosen von *P. pyracantha* Endl. nach Stenzel, die in wenigen Punkten von meinen Beobachtungen abweichen:

Epz. höher wie breit; Außenw. beiders. eben, sehr stark; Seitenw. gerade, ungetüpfelt; Blattbau bifazial; Sp.-Öff. nur auf der Blattunters.; Palz. 3 sch; Gfb. (im Hauptnerv) halbmondförmig, unters. von einer ziemlich starken Scheide, obers. von einigen Bündeln Skf. begleitet; im Blatt Drusen und Einzelkr., letztere selten, im Blatt nur in Begleitung der Gfb.

P. pyracantha Endl.
sub: *Celastrus pyracanthus* Endl.
Ex. herb. Schwaigrichen.

Bld. 0,41 mm. Epz. polygonal, gut mittelgroß (0,047 mm Durchm.) mit obers. geraden, unters. undulierten, stark getüpfelten

Seitenr. Z. auf dem Querschn. 0,033 mm hoch, also meist breiter wie hoch. Außenw. unterschiedlich dick (0,013—0,02 mm), obers. gerade, unters. schwach gebogen. Seitenw. gleich der Innenw. mäßig stark, erstere getüpfelt, letztere bogenförmig. Lumen meist breiter wie hoch (unterseits sehr niedrig), oberseits häufig pyramidenförmig in die starke Außenwand eindringend. Kut. nur oberseits mit verästelten Linien gezeichnet. Sp.-Öff. etwas hervorstehend, ziemlich groß (0,035 mm lg., 0,026 bt.), etwa 25 auf 1 qmm. Keine Nebenz. Nachbarz. 4—6. Die Schließz. liegen, vom Querschnitt gesehen, in gleicher Höhe wie die dicke Außenw. der Nachbarzellen; diese greifen unter die Schließz. Haare, Hyp. und Kollg. fehlen. Palg. 2—3 sch.; Zellen lang und schmal (z. T. 0,09 mm lg.), in den einzelnen Schichten übrigens von ungleicher Länge, geradwandig. Schwg. locker 6—7 sch. Z. ziemlich groß, rundlich oder queroval, diejenigen der untersten Schicht meist etwas höher wie breit. Rippen nicht vortretend; Nerv. eingebettet, ziemlich klein. Hartbast aus englumigen Fasern bestehend, massig entwickelt, oberhalb des Gfb. nur kleine Gruppe weitlumiger Fasern. Kr. in Form von gut ausgebildeten Drusen schichtenweise in den mittleren Partien des Blattquerschn.: in der obersten Pal.-Reihe fehlend; mittelgroß; kleine Drusen im Bast. Nicht doppeltbrechende Inhaltskörperchen reichlich in den meisten Zellen des Ass. Gew. Gerbst. in einigen Grundgewebs- und Bastzellen.

Davon verhält sich in einigen Punkten verschieden:

P. pyrantha L.
sub: *Celastrus campestris* Eckl.[1])
Eckl. No. 937. C. b. sp.,

nämlich: Seitenr. der Epz. gerade, höchstens unterseits wenig gebogen oder schwach unduliert. Lumen der ob. Epz. auf dem Querschn. nicht spitz. Außenw. obers. ganz schwach, unters. sehr stark, oft papillenartig nach außen gebogen. Beiders. Kut. mit warzenartigen Erhebungen. Sp.-Öff. meist etwas tiefer liegend. Blattbau subzentrisch, insofern auch die Zellen der unteren Partien des Blattfleisches höher wie breit sind, unterhalb der Nerven typische, hohe Palz.

Catha Forsk.

Catha edulis Forsk. Holst No. 9118 Usambara.

Bld. 0,23 mm. Epz. mittelgroß, mit sanft gebogenen oder gebuchteten Seitenr. Außenfläche der unt. Ep. mit zahlreichen strichelförmigen Tüpfeln versehen. Außenw. sehr stark, gerade; Seitenw. gerade, schwach gleich der Innenw.; Lumen der Zellen rechteckig, meist wenig breiter wie hoch. Öfters Kr. in

[1]) Bei der Kleinheit des Blattes gelangte der Mittelnerv zur Untersuchung.

Form von Drusen in der u. Ep.[1]). Sp.-Öff. klein (0,016 lg. 0,013 bt.), etwa 150 auf 1 qmm. Keine Nebenzellen. Schließz. auf Querschn. bedeutend höher wie breit, nicht viel niedriger wie die Nachbarz. Diese sind der Quere nach geteilt, so daß meist den Schließz. nach dem Blattinnern zu eine der Epidermis angehörende Zelle aufliegt. Haare fehlen, Hyp. nur durch einige Zellen angedeutet. Mphg. ziemlich locker. Palg. 2 sch.; Z. lang und schmal, geradwandig. Schwg. 6—8 sch.; rundlich kleine oder querrechteckige größere Zellen. Rippen nur unters. in flachem Bogen vortretend; Nerv. mittelst beiderseitigem weitlumigem Kollg. durchgehend (Nerv. 3. Ordn. nur oberseits durchgehend). Unterh. der Gfb. sichelförmige Gruppe verhältnismäßig dünner Skf., deren Lumen auf ein Minimum reduziert ist; obers. eine aus wenigen, aber dickeren und weiterlumigen Fasern bestehende Gruppe. Kr. in Form von Drusen ziemlich zahlreich, ausschließlich in Begleitung der Nerven und im Bast. In der u. Ep. öfters 2 kleine Drusen in einer Zelle. Nicht doppeltbrechende Körperchen, klein, rundlich in allen Zellen des Assg.; in vielen Epz. fettglänzende Körper. Gerbst. reichlich im Palg., den unteren Schichten des Schwg. und im Weichbast.

Ebenso verhält sich

C. edulis Forsk,
sub: *Methyscophyllum glaucum* Eckl.
Eckl. et Z. No. 1137. C. b. sp.

Nur sind Epz. an Größe sehr unterschiedlich (0,013—0,035 mm Durchm.), die kleineren vorwiegend; Seitenr. gerade; Außenw. doppelschichtig. Keine strichelförmigen Tüpfel in der Außenw. der u. Ep. Kut. der Obers. stellenweise rissig und rauh. Rippen nicht vorspringend.

Ebenso verhält sich

C. edulis Forsk.
sub. *Trigonotheka serrata* Hochst.
Schimper No. 1478, Abessinien;

nur sind Epz. wie vor., dazu noch häufig durch eine den Seitenr. gleich starke Wand geteilt. Körperchen groß, doppeltbrechend.

Pterocelastrus Meißn.

Bld. 0,25—0,83 mm. Epz. auf der Fläche polyg., mittelgroß bis groß; Seitenr. gerade. Z. höher wie breit, öfters um ein Vielfaches. Kut. uneben und rissig. Sp.-Öff. nur unterseits, keine parallelen Nebenzellen, meist von einem Kranz (bis zu 12) etwas kleineren Nachbarz. eingefaßt, die gewöhnlich einen fettglänzenden Körper enthalten. Haare und Hyp. nicht vor-

[1]) Stenzel gibt dieses Charakteristikum nicht an, während die Untersuchung dreier Exemplare in dieser Beziehung Übereinstimmung ergab.

handen. Palg. 2—4sch.; Höhe der Zellen gewöhnlich gering; selten Querteilung. Schwammg. 7—10 sch.. Rippen nicht vorspringend; Nerv. kreisrund und eingebettet. Kollg. nicht vorhanden. Skf. in 2 schmalen, bogenförmigen Gruppen; daneben Skz. auch freiliegend und zwar ausschließlich in der oberen Hälfte des Assg.; teils spärlich, teils reichlich; dieselben meist kurz und verzweigt, streben senkrecht der o. Ep. zu und erreichen sie bei *Pt. rostratus.* Kr. gewöhnlich in Form von Drusen, seltener als gewöhnliche Einzelkr. und solchen mit Spalten durch das Zentrum. Häufig nur an Nerven, nie in Epz. und im Weichbast. Körperchen nicht vorhanden, meist aber Gerbst.

Pt. rostratus Walp.

Burchell No. 7234. C. b. sp.

Bld. 0,3 mm. Epz. mittelgroß, polyg. mit geraden, starken Seitenr. Höhe der Z. obers. 0,028 mm, daher meist höher wie breit; Außenw. gerade, stark; Seitenw. meist etwas gebogen, keilförmig; Innenw. sehr schwach. Sp.-Öff. etwa 45 auf 1 qmm, von 4—6 Nachbarz. umgeben; diese greifen unter die Schließz. und sind mit ihrer Innenw. etwas tiefer wie die übrigen Epz. in das Blattinnere vorgewölbt. Schließz. gleich hoch wie breit, liegen auf gleichem Niveau wie die starke Außenw. der Nachbarz.; diese enthalten meist einen großen, runden, fettglänzenden Körper. Haare, Hyp. und Kollg. nicht vorhanden. Palg. 2 sch., selten 3 sch.; Z. hoch und schmal, Wandungen gerade; Querteilung selten. Schwg. 7 sch., in den mittleren Schichten locker gebaut. Nerv. eingebettet, fast kreisrund. Skf. in 2 bogenförmigen Gruppen. Isolierte Skz. auf Querschn. ziemlich kurz, aber zahlreich, senkrecht der ob. Ep. zustrebend. Auf dem Flächenschn. sieht man nur quergetroffene Fasern. Kr. nur an Nerven, spärlich; meist pyramidenförmige oder prismatische Einzelkr., im letzteren Falle von einer rechteckigen Spalte mitten durchzogen; selten unregelmäßig ausgebildete Drusen. Inhaltskörper in den Mphz. (außer Stärke) sowie Gerbst. nicht vorhanden.

Pt. rostratus Walp. var. *α Thunbergianus* Harv. et Sond.
sub: *Asterocarpus rostratus* Eckl.

Eckl. No. 963. C. b. sp.

Wie vor., nur Zellen der o. Ep. durchschnittlich etwas größer und höher (0,046 mm hoch). Palg. 3 sch., Schwg. 10 sch. Skz. nicht ganz die Ep. erreichend.

Desgleichen

Pt. rostratus Walp. var. *β polyceras* Harv. et Sond.
sub: *Asterocarpus tricuspidatus* Eckl.

Eckl. No. 964. C. b. sp.,

nur Kr. bisweilen auch in Zellen des Schwg.

Pt. stenopterus Walp.
sub: *Asterocarpus stenopterus* Eckl.
Eckl. No. 961. C. b. sp.

Bld. 0,4 mm. Epz. auf der Fläche ziemlich groß (0,05 mm), annähernd isodiametrisch, polyg., mit geraden, ungetüpfelten Seitenr. Außenfläche uneben oder zerrissen. Lumen der Z. auf Querschnitt durchweg höher wie breit, meist um das Doppelte. Isolierte Skz. selten die o. Ep. erreichend; hier und da im Quersch. auch eine quergetroffene, parallel zur Ep. verlaufende Faser. Kr. in Form von Drusen oder durchbohrten Einzelkr. nur an den Nerven. Reichlich Stärke in den Z. des Schwg., sowie Gerbst. in vielen Z. des Assg. und des Bastes.

Sonst wie bei *Pt. rostratus.*

Pt. tricuspidatus Sond.
Sond. No. 343. Det. Stenzel.

Bld. 0,6 mm. Z. der o. Ep. zwischen 0,019 und 0,05 mm. im Durchm., die kleineren in der Mehrzahl; auf der Unters. nicht über 0.019 mm; dabei obers. 0,06 mm hoch, also meist 3 mal so hoch wie breit; Seitenw. stark gebogen oder gefaltet. Kut. der o. Ep. durch kleine warzenförmige Erhebungen uneben, diejenige der u. Ep. stark rissig. Sp.-Öff. 30 auf 1 qmm; an Größe ungleich, neben elliptischen auch kreisrunde Formen; Außenspalt sehr weit, oval. Schließz. halb so hoch wie die Nachbarz. Über jeder Schließzelle lagert nach dem Blattinnern zu eine Nachbarz. Palg. 3—4 sch. Höhe der Z. in den einzelnen Schichten ungleich; Seitenw. gefaltet; bisweilen Querwand. Schwg. 8 bis 10 sch. Die Zellen besitzen höchst unregelmäßig gefaltete Wandungen; die der u. Ep. angrenzenden Z. sind meist palisadenartig gestreckt; die beiden untersten Schichten voneinander getrennt durch eine Schicht kleiner kristallführender Z. Nerv. auf Blattquerschn. sehr niedrig, nämlich 0,17 mm (0,6 mm Blattquerschn.). Isolierte Skz. nicht vorhanden, bisweilen nur ganz kurze Abzweigungen der Skf. der Nerven. Kr. häufig an Nerven und im Blattfleisch, besonders in den kleinen Zellen der oben erwähnten Schwg.-Schicht, nicht jedoch in den Z. der obersten Palr.: schön ausgebildete Drusen von mittlerer Größe. Körperchen fehlen, Gerbst. reichlich im Assg. und im Weichbast. Im übrigen wie bei *Pt. rostratus.*

Ebenso verhält sich

Pt. tricuspidatus Sond. var. *α Lamarckiana*
Harv. et Sond.
sub: *Asterocarpus typicus* Eckl.
Eckl. No. 956. C. b. sp.,

nur Bld. 0, 83 mm; Z. der ob. Ep. meist 0,027 mm Flächendurchm., Drusen sehr zahlreich, auch im Baste vorhanden.

Desgleichen

Pt. tricuspidatus Sond. var. β *litoralis* Harv. et Sond.
sub: *Asterocarpus Burmanni* Eckl.
Eckl. No. 958. C. b. sp.,

nur Bld. 0,7 mm; Z. der u. Ep. nicht viel niedriger wie oben (0,046 mm). Kut. der Oberseite glatt. Sp.-Öff. mit bis zu 12 inhaltslosen Nachbarzellen. Isolierte Skz. häufiger; Kristalldrusen nicht so zahlreich.

Pt. variabilis Sond. var. β *obtusilobus* Harv. et Sond.
sub. *Asterocarpus arboreus* Eckl.
Eckl. No. 960. C. b. sp.

Bld. 0,5 mm. Epz. regelmäßig, polyg mittelgroß (0,026 mm); Höhe der Z. 0,04 mm; Außenfläche uneben; Seitenw. gerade. Kut. glatt. Palg. 3—4 sch. Wand. der Z. gerade, bisweilen leicht gefältelt. Hier und da Querteilung in der obersten Reihe. Schw. 8—10 sch. Isolierte Skfz. ziemlich zahlreich, ohne vorherrschende Richtung; erreichen nie die o. Ep. Kr. ziemlich zahlreich, hauptsächlich Drusen, mitunter auch durchbohrte Einzelkr.; erstere auch im Baste. Gerbst. in vielen Zellen des Assg. und im Weichbast.

Sonst wie bei *Pt. rostratus*.

Ebenso verhält sich:

Pt. variabilis Sond. var. γ *armatus* Harv. et Sond.
sub.: *Asterocarpus tetrapterus* Eckl.
Eckl. Nr. 962. C. p. sp.

Nur Bld. 0,41 mm. Epz. 0,046 mm hoch, Seitenw. meist etwas gebogen. Kut. obers. körnig, unters. rissig. Palg. 2—3 sch. Kr. nicht in den Palz. und im Weichbast. Stärkekörner in den Palz.

Desgleichen:

Pt. variabilis Sond. var. γ *armatus* Harv. et Sond.
sub.: *Pterocelastrus tetrapterus* Walp.
Burchell Nr. 5544;

nur ist obers. Kut. glatt, unters. rauh. Wand. der Palz. gefaltet. Drusen nur an den Nerven.

Polycardia Juss.

Epz. klein bis mittelgroß, polygonal mit geraden Seitenr., Z. der o. Ep. meist höher wie breit, bisweilen um das Doppelte. Außenw. ziemlich schwach, Seiten- und Innenw. nicht stärker wie die Wandungen der Mphz. Gelegentliche Streifung der unterseitigen Kutikula. Sp.-Öff. ohne Nebenz., meist von einer

größeren Anzahl von Epz. begrenzt. Um die Sp.-Öff. verläuft ein Kutikularwall. Haare u. Hyp. nicht vorhanden. Palz. 1—2 sch.; Z. kurz, Wand. gerade. Rippen nicht vorspringend. Nerven eingebettet. Kollg. gar nicht, oder ganz schwach ausgebildet. Skf. in mäßiger Anzahl. Die Zellen der Parenchymscheide öfters getüpfelt. Kr. entweder Einzelkr. oder Drusen. Körperchen reichlich. klein. doppeltbrechend. Gerbst. reichlich im Assg. und innerhalb des Gfb.

P. Hildebrandtii Beill.
Hildebr. Nr. 3082. Madagascar.

Bld. 0,28 mm. Epz. meist mittelgroß, polyg., mit geraden, ungetüpfelten Seitenrändern; Außenfläche getüpfelt, bisweilen Querwand senkrecht zur Blattfläche. Epz. auf dem Querschn. 0,027 mm hoch, also etwa gleich hoch wie breit. Außenw. uneben; Seitenw. meist etwas gebogen, wenig stärker wie die schwache Innenw. Lumen annähernd quadratisch. Kut. der Obers. stellenweise rissig. auf der Blattunters. gestreift. Sp.-Öff. mit deutlich hörnchenartigem Kutikularkamm; Kut.-Wall über den Schließzellen gelegen. Schließz. so hoch wie die Nachbarz. Vorspalt weit oval oder rundlich. Parallele Nebenz. selten. Haare und Hyp. nicht vorhanden. Palg. 2 sch.; Z. ziemlich niedrig; Seitenw. gerade. Schwg. 8 sch., ziemlich fest gebaut; Z. meist rundlich. Rippen nicht vorspringend; Nerven eingebettet; ober- und unterhalb derselben flach bogenförmige Skf.-Gruppen. Die Z. der Parenchymsch. öfters fein getüpfelt. Koll. nicht vorhanden. Kr. zahlreich in Form mittelgroßer, dipyramidaler Einzelkr., nur an den Nerven. Körperchen, Stärkekörnern ähnlich, häufig in den Z. des Assg., bes. des Palg., doppeltbrechend. Gerbst. reichlich im Assg. und Gfb.

P. libera O. Hoffm.
Hildebr. Nr. 3316. Madag.

Bld. 0,25 mm. Epz. ziemlich groß (mittlerer Durchm. 0,04 mm), polyg., mit geraden, nicht sehr starken Seitenr.; Außenfl. fein getüpfelt; Z. auf Querschn. obers. 0,035 mm hoch, also etwa gleich hoch wie breit, Lumen jedoch häufig höher wie breit. Außenw. verhältnismäßig schwach, gerade; Seitenw. gerade; Innenw. gebogen; beide schwach. Palg. 1 sch., locker; Z. ziemlich kurz und schmal, Seitenw. gerade; bisweilen Querteilung. Schwg. 8 sch., Z. rundlich oder oval. Nerv. nur vermittelst ganz schwach kollenchymatisch ausgebildeter Z. durchgehend; Gfb. verhältnismäßig groß (0,17 hoch, 0,25 Blattquerschn.). Unterh. des Gfb. kleine, bogenförmige Gruppen oder vereinzelte englumige Skf., oberhalb 3—4 zählige Gruppe weitlumiger Skf. In Nähe der Nerven, namentlich an den Flanken, finden sich weitlumige, starkwandige Z. mit netzartiger Tüpfelung. Kr. ziemlich selten nur an Nerven in Form von

Drusen. Körperchen reichlich, doppeltbrechend, rundlich. Außerdem Stärkekörner und Gerbst.

Sonst wie vor.

Kurrimia Wall.

Blätter ziemlich dünn (0,17—0,2 mm). Epz. mittelgroß bis groß (0,028—0,067 mm), aber auf Querschn. niedrig. Seitenr. unduliert, in den Buchten Tüpfel; Epz. durch feine, gerade Querwand senkrecht zur Blattfl. geteilt. In der u. Ep. bisweilen Kristalle. Sp.-Öff. nur unterseits; bezüglich der Flächenansicht derselben s. p. 9. Auf dem Querschnitt besitzen die Schließz. nach einer Ebene, die parallel zur Außenfläche gedacht ist, symmetrische, herz- oder keilförmige Gestalt; sie werden vollständig von den Nebenz. umschlossen. Haare fehlen. Hyp. nur oberhalb der größeren Nerven angedeutet. Palg. 1—2 sch.; Z. bald hoch und schmal, bald hypodermartig verkürzt. Schwg. 5—10 sch., starkwandiger wie das Palg. Rippen nicht vorspringend. Gfb.-System meist aus 4 Gfb. zusammengesetzt, sieht einem konzentrisch gebauten Gfb. ähnlich; von einem geschlossenen Sk.-ring umgeben; der Nerv nimmt auf dem Blattquerschn. fast die ganze Höhe des Assg. ein und ist eingebettet oder vermittelst ganz schwach kollenchymatisch verdickter Z. durchgehend. Kr. meist zahlreich als Einzelkr. oder Zwillinge, die in den Palz. liegenden meist gestreckt; häufig nur an Nerven. Die an die Ep. angrenzenden Krz. sind durch partielle Wandverdickung ausgezeichnet. Doppeltbrechender Zellinhalt kommt nicht vor. Gerbst. gewöhnlich reichlich vorhanden.

K. paniculata Wall.

Wall. Nr. 4336a. Penang.

Bld. 0,2 mm. Epz. mittelgroß, Seitenr. auf der Blattobers. schwach-, auf der Unters. stark unduliert; in den Buchten Randtüpfel. Jede Z. durch eine sehr feine zur Außenfl. senkrecht stehende Wand geteilt. Z. auf Querschn. ziemlich niedrig (0,02 mm); Außenw. nicht besonders stark, gerade; Seiten- und Innenw. ziemlich schwach; beide gebogen oder gefaltet; in den Buchten der Seitenw. Randtüpfel. Sehr selten in der u. Ep. Einzelkr. Sp.-Öff. etwa 30 auf 1 qmm. Schließz. auf Querschn. herzförmig. Haare fehlen. Hyp. nur oberhalb der Nerven angedeutet. Mphz. ziemlich starkwandig. Palg. 2—3 sch., locker; Schichtung ungleichmäßig; Z. der obersten Schicht stellenweise hypodermartig verkürzt; Wand. gerade. Schwg. 10—11 sch.; Z. rundlich oder querrechteckig. Nerv. vermittelst schwach verdickter Kollz. unterseits durchgehend, oberseits eingebettet; die Venen beiders. eingebettet. Das Leitsystem besteht aus 4 radial angeordneten Gfb., das der Venen aus 1 Bündel. Nerven und Venen durch einen doppelten Ring englumiger Skf. umschlossen. Der Holzteil enthält weitlumige Tracheen. Der Größenunterschied der Nerven 2. u. 3. Ordn. sehr bedeutend.

Kr. reichlich an den Nerven und in den an die Ep. anstoßenden Zellen. Dipyramidale Einzelkr. oder langgestreckte Zwillingsbildungen, prismatischen Einzelkr. ähnlich sehend; letztere hauptsächlich in den Palz. Die die u. Ep. berührenden Krz. besitzen entweder allseitige Zelluloseverdickung oder häufig nur an der dem Blattinnern zugekehrten Wand; die Kr. sind in die hellglänzende Zellulose eingebettet. Körperchen nicht vorhanden. Gerbst. in vielen Z. des Assg. und des Bastes.

K. pulcherrima Wall.
sub.: *K. robusta* Kurz.
Kurz Nr. 1736. Birma.

Bld. 0,17 mm. Epz. auf der Fläche groß (häufig 0,066 mm); Seitenr. tief buchtig, in den Buchten Randtüpfel. Obers. häufig feine, unters. kräftige Zwischenw.; Außenw. ziemlich schwach, obers. gerade, unterseits flach gebogen; Seitenw. gerade, unters. schwach getüpfelt, gleich stark wie die Innenw. Kut. beiderseits körnig. Haare und Hyp. nicht vorhanden, letzteres höchstens mit einigen wenigen Z. obers. angedeutet. Die Z. der mittleren Schichten des Blattquerschn. sind etwas dickwandiger wie die der beiders. Ep. zunächst liegenden. Fast alle Z. des 5 sch. Mphg. sind mehr oder weniger höher wie breit, typisches Palg. 1 sch. Z. kurz und schmal, Wandungen gerade, bisweilen Querteilung. Die Z. der an die u. Ep. angrenzenden Schicht häufig klein und kreisrund. Rippen unters. in flachem Bogen vorspringend. Leitsystem aus 3 parallel gelagerten Bündeln zusammengesetzt, von einer mehrfachen Scheide dünnwandiger Skf. rings umschlossen. Im Holzteil weitlumige Tracheen. Der Nerv besitzt eine bedeutende Höhe (0,26 mm) und Breite (0,39 mm), stößt obers. an das durch einige Z. angedeutete Hypoderm, unters. vermittelst einiger Lagen kleiner, schwach kollenchym. ausgebildeter Z. durchgehend. Kr. nicht sehr häufig, in Form kleiner Einzelkr., nur an Nerven (nicht in der Ep.). Körperchen u. Gerbst. nicht vorhanden.

Einige Verschiedenheiten davon weist

K. pulcherrima Wall.
Wall. Nr. 4334. Sillet,

auf; nämlich: Epz. nicht so tief gebuchtet, fast alle Z. zeigen sehr zarte Zwischenw. Außenw. sehr stark, doppelschichtig, unters. stark nach außen gebogen, Seiten- und Innenw. sehr schwach. In der u. Ep. hier und da ein Einzelkr. Nerv. obers. eingebettet: Mphg. gleichmäßig dünnwandig. Palg. 1—2 sch., die übrigen Z. des Blattfleisches besitzen meist quadratisches Lumen, nur die an die u. Ep. grenzenden Z. teilweise palisadenartig gestreckt und bisweilen quergeteilt. Kr. etwas häufiger an Nerven, hier und da auch in Z. der u. Ep., des Palg. und der an die u. Ep. anstoßenden Zellschicht. Hier lagern sie namentlich im Um-

kreise der Sp.-Öff., wie auf dem unteren Flächenschnitte zu sehen ist. Diese Krz. sind meist durch starke Zellusoseverdickung der der u. Ep. zugekehrten Wand ausgezeichnet. Reichlich Stärke.

K. zeylanica Arn.

Hb. Burmann. Zeylana.

Bld. 0.2 mm. Epz. gut mittelgroß (meist 0,04 mm); Seitenr. schwach unduliert; Randtüpfelung nicht bemerkt; öfters ziemlich starke Querwand senkrecht zur Außenfl. Seitenw. schwach getüpfelt. Sp.-Öff. etwa 30 auf 1 qmm; Schließz. auf Querschn. keilförmig. Palg. 1sch.; Wand. der Z. meist gefältelt. Schwg. 7sch., locker, Zellwandungen stärker wie die des Palg.; Z. häufig bedeutend in die Breite gestreckt (bis zu 0,09 mm). Rippen beiderseits ganz flach vorspringend. Leitsystem besteht aus einem großen Gfb. Nerv. beiders. vermittelst weniger, schwach kollenchym. ausgebildeter, kleiner Z. durchgehend; die Venen sehr klein und eingebettet. Kr. als Einzelkr. oder auch Zwillinge zahlreich an Nerven — hier ziemlich klein — sowie in Z. des Pallg. — hier etwas gestreckt — und in Zellen, welche der u. Ep. angrenzen, namentlich in der Nähe von Sp.-Öff., nicht in der u. Ep. Die Krz. sind an der Seite, mit welcher sie an die obere, resp. untere Ep. anstoßen, meist durch starke Zelluloseverdickung ausgezeichnet, in welche der Kr. eingelagert ist. Reichlich Stärke und Gerbst. Im übrigen wie bei *K. paniculata.*

Pachystima Raf.

Blätter klein, schmal und dünn, mit abwärts gebogenen Blatträndern. Epz. groß (etwa 0,06 mm Flächendurchschn.): Seitenr. gerade, höchstens schwach gebogen, tief getüpfelt. Z. auf Querschn. verhältnismäßig hoch (0,03 mm), aber breiter wie hoch. Außenw. stark, doppelschichtig, häufig nach außen gebogen. In den Epz. häufig krumöse Substanz. Sp.-Öff. nur unters.: schmale, parallele Nebenz. gewöhnlich, bisweilen mehrfacher Ring solcher Zellen. Haare und Hyp. nicht vorhanden. Mphg. locker; innerhalb der umgebogenen Blattränder Gänge, mit lückenlos zusammenschließenden Epithelzellen; Inhalt wurde nicht angetroffen. Palg. 1 oder 2sch.; Z. mehrfach quergeteilt. Nerven[1]) verhältnismäßig klein, eingebettet. Sk. nur als Hartbast; Koll. nicht vorhanden. Kr. nur Drusen. Doppeltbrechende Körperchen nicht vorhanden. Gerbst. teils fehlend, teils in größeren Behältern abgelagert.

P. Canbyi Gray.

Curtiss. Nr. 483. Virginia.

Bld. 0,25 mm. Epz. meist groß (etwa 0,06 mm Flächendurchmesser) mit geraden, stark getüpfelten Seitenr., ziemlich

[1]) Bei der Kleinheit des Blattes gelangte der Hauptnerv zur Untersuchung.

hoch (0,03 mm); Außenw. stark, deutlich doppelschichtig, stark nach außen gebogen; Seiten- und Innenwand bedeutend schwächer, meist gebogen; Lumen oval oder querrechteckig, häufig, namentlich an den Sp.-Öff. von einer krumösen, vakuoligen, gelblichen Masse erfüllt. Sp.-Öff. etwa 40 auf 1 qmm. Außenspalt klein, oval. Schmale parallele Nebenz. gewöhnlich beiderseits je 1, auch 2. Kutikularkamm mächtig ausgebildet; Schließz. auf Querschnitt breit, so hoch wie die Nebenz.; ihr Lumen auf einen schmalen Streifen reduziert. Mphg. verhältnismäßig starkwandig, locker gebaut; Palg. 1 sch.; Z. kurz, fingerförmig, meist durch 1, häufig auch durch 2 oder 3 Querwände abgeteilt. Wandungen gerade. Schwg. 7 sch.; ovale oder kreisrunde Zellen. Rippen obers. spitz, unters. in flachem Bogen vorspringend; Nerven eingebettet, (auf Querschnitt) breiter wie hoch (0,20 bt. : 0,16 hoch). Sk. nur als Hartbast; derselbe bildet eine starke, halbmondförmige Gruppe dünner, englumiger Fasern. Kr. äußerst selten und nur in Form von unregelmäßig ausgebildeten Drusen. Seitlich des Hauptnerven und innerhalb der etwas nach abwärts gebogenen Blattränder rundliche oder ovale Gänge mit fest zusammenschließenden, parenchymatischen Epithelzellen, Inhalt nicht angetroffen; nicht doppeltbrechende krumöse oder scheibenförmige Massen in Epz. und vielen Z. des Mphg. Gerbst. in vielen Z. des Schwg., durch besondere Größe ausgezeichnet, sowie im Weichbast.

P. Myrsinites Raf.

Suksdorf. Washington.

Ähnlich wie vor.; nur Seitenr. der Epz. meist schwach gebogen; Seitenw. auf Querschn. gerade. Sp.-Öff. bisweilen tiefer liegend, häufig mehrfacher Ring schmaler Nebenz. Kutikularkamm verhältnismäßig unbedeutend. Mph. normal. Palg. 2 sch.; Querteilung weniger häufig und nur einmalig. Rippen obers. in kleinem, scharfem Bogen vorspringend. Nerven sehr klein; Hartbast gering. Kr. in Form von Drusen etwas häufiger, nur an den Nerven und nahe der o. Ep. Krumöse Massen nur in Epz., nicht in Z. des Blattfleisches. Gerbst. nicht vorhanden.

Kokoona Thw.

Stenzel untersuchte *K. zeylanica* Thw. und gibt davon folgende Charakteristik: Epz. höher als breit; Außenwand beiderseits eben, nicht stark; Seitenw. beiders. gerade, ungetüpfelt; Blattbau bifazial; Sp.-Öff. nur auf der Blattunters.; Palg. 2 sch.; Gfb. im Hauptnerv und Stiel halbmondförmig mit umgebogenen Enden; im Hauptnerv unterseits zahlreiche Skf.-Bündel; Steinelemente im Hauptnerv und Stiel zahlreich; im Blatt und Stiel nur Einzelkr. vorhanden[1]).

[1]) Bezüglich der p. 24 erwähnten schwarzen Punkte auf der Blattunterseite von *K. zeylanica* Thw. sagt Stenzel (p. 71 seiner Arbeit), daß

Zinowiewia Turcz.

Zinowiewia integerrima Turcz.

Liebmann. Mexiko.

Bld. 0,2 mm. Epz. unterschiedlich, meist gut mittelgroß (0,039 mm), polyg., Seitenr. dünn, schwach gebogen, öfters schwach gebuchtet. Z. auf Querschnitt 0,02 mm hoch; Außenw. nicht sehr stark, gebogen; Seiten- und Innenw. sehr schwach, meist gebogen, ungetüpfelt. Kut. der Blattunters., besonders im Umkreis der Stomata gestreift. Sp.-Öff. nur unters., zahlreich (etwa 90 auf 1 qmm), rundlich; keine Nebenz. Schließz. auf Querschn. etwas niedriger wie die Nachbarz. Haare und Hyp. fehlen. Blattbau sehr eng; Differenzierung des Assg. in Pal.- und Schwg. nicht sehr deutlich ausgeprägt, insofern die Z. aller, übrigens sehr gleichmäßigen Schichten annähernd gleich niedrig sind. Doch haben im allgemeinen die Glieder der 2 oder 3 obersten Schichten vertikal rechtecktige, die der übrigen 9 bis 10 Schichten horizontal rechteckige oder ovale Form. Erstere nicht höher wie die Epz. (0,02 mm), ihre Wandungen meist gerade, öfters auch gefältelt; bisweilen Querteilung. Rippen beiders. ganz wenig vortretend; Nerv. eingebettet; ober- und unterhalb derselben sichelförmige Gruppen von Skf. Parenchymsch. deutlich. Kr. nicht sehr häufig, meist Drusen, mittelgroß, schön ausgebildet; nicht im Palg. sowie an den Nerven, wohl aber im Weichbast. Einzelkr. selten. Kleine, glänzende, bisweilen doppeltbrechende Körperchen in den meisten Z. des Assg., häufig auch in Epz. Gerbst. reichlich in den an die beiders. Ep. angrenzenden Partien. Mitunter durch Größe ausgezeichnete Gerbstoffbehälter.

Plenckia Reiß.

Plenckia populnea Reiß.

Regnell Nr. II, 51. Minas Geraes.

Bld. 0,25 mm. Epz. mittelgroß, polygonal, mit geraden, ziemlich starken Seitenr. Auf Querschn. 0,02 mm hoch, Außenw. stark, uneben; Seitenw. gerade, ungetüpfelt, gleich kräftig wie Innenw. Lumen annähernd quadratisch. Unters. Epz. bisweilen durch eine Querwand parallel zur Außenfl. geteilt. Kut. rauh. Sp.-Öff. obers. etwa 20, unters. etwa 45 auf 1 qmm; an Größe unterschiedlich (0,026—0,039 mm lang), oval bis kreisrund. Außenspalt weit, oval. Meist von einer größeren Zahl von Nachbarz. umgeben; bisweilen auch einzelne oder mehrere, zum Spalte parallele Nebenz. vorhanden. Schließz. auf Querschn. etwas niediger wie die Nachbarz. Haare nicht vorhanden.

---

sie von Korkgewebe verursacht werden, welches von zirkumskripten Stellen ziemlich tief in das Schwammparenchym eindringt, und dessen Entstehen entweder durch Verletzungen veranlaßt worden ist oder auf Lenticellen-Bildung beruht.

Hyp. beiderseits streckenweise. Die obers. Hypodermz. nehmen mit der Entfernung vom Nerv an Größe kontinuierlich zu und sind dann bisweilen doppelt so groß wie die Epz. Gelegentlich nehmen sie auch palisadenförmig gestreckte Form an, den Übergang zwischen Hyp. und Palg. vermittelnd, von denen sie sich in diesem Falle nur durch ihre kräftigeren Wandungen und die Tüpfelung derselben unterscheiden. Unters. werden die Hypz. höchstens halb so hoch wie oben. Mphg. locker; alle Z. besitzen unregelmäßige Gestalt infolge ihrer verzerrten Wandungen. Palg. 2—3 sch.: Schichtung ungleichmäßig. Bisweilen Querw. Schwg. 8—9 sch.; Z. der untersten Schicht teilweise palisadenartig gestreckt und bisweilen quergeteilt. Rippen obers. schwach vorstehend, unterhalb der Nerven ist das Blatt etwas eingebuchtet. Nerven und Venen durchgehend. Mechanisches Begleitgewebe mächtig entwickelt. Oberh. der Nerven starke sichelförmige Gruppe englumiger Skf. Hartbast noch bedeutender. Ober- und unterhalb der Nerven bis zur Ep. reichliches, sehr weitlumiges Kollg. (Z. bisweilen 0,047 mm im Durchm.). Einzel-Kr. äußerst selten und nur an Nerven. Kleine, glänzende, kristallinische, stark doppeltbrechende Körperchen namentlich in den mittleren Partien des Blattquerschn. Gerbst. in einzelnen Z. des Assg., des Kollg. und des Bastes.

Ebenso verhält sich

Pl. populnea Reiß. var. *ovata* Riedel.
Ex herb. hort. Petropolit. Brasilien.

Nur Seitenr. der u. Ep. bisweilen gebogen, deutlich getüpfelt; Kut. glatt. Palg. nur 2 sch.; Rippen beiders. etwas vortretend; Skf. ober- und unterhalb der Nerven in etwas schwächeren, sichelförmigen Gruppen. Einzelkr. nur einen einzigen gefunden. Körperchen größer und reichlicher[1]).

Tripterygium Hook. f.

Tripterygium Wilfordi Hook. f.
Maximowicz. Nagasaki.

Bld. 0,13 mm. Epz. ziemlich groß (meist 0,05 mm Durchm.), mit stark undulierten, dünnen, ungetüpfelten Seitenr. Auf Querschnitt sehr flach (nur 0,015 mm hoch), Außenw. nicht sehr stark, nach außen gebogen, besonders über den Nerven, wo die Epz. zackig papillös ausgebildet sind; Seitenw. gebogen, unge-

[1]) Stenzel erwähnt noch (p. 15 seiner Arbeit) vom Blattquerschnitt der Gattung *Plenckia* „große, parallel mit der Blattfläche zwischen Palisaden- und Schwammparenchym verlaufende, meist von einem Nebennerven bis zum andern reichende Lücken, welche wahrscheinlich beim Trocknen entstanden und die Ursache der durchsichtigen Strichelchen im Blatte sind, wie sie Radlkofer schon bei vielen anderen Blättern gefunden hat". Diese Lücken habe ich ebenfalls öfters bei *Pl. populnea* angetroffen (nicht jedoch bei der untersuchten Varietät) und führe ihre Entstehung ebenfalls auf eine rein mechanische Ursache zurück. Die durchsichtigen Strichelchen zeigte dagegen keines der mir zur Verfügung gestandenen Exemplare.

tüpfelt; Innenw. nach innen gebogen, fast so stark wie Außenw. Kut. über den Nerven leicht gestreift. Sp.-Öff. nur unters., etwas hervorstehend, nicht über den Nerven angetroffen; etwa 25 auf 1 qmm. Keine Nebenz. Auf Querschn. schmale, spitze Kutikularleiste; Schließz. fast so hoch wie die Nachbarz. Haare nur über den Nerven in Form kurzer (höchstens 0,05 mm lang und 0,02 mm breit), meist 1-, selten 2zelliger, fingerförmiger Papillen. Hyp. nicht vorhanden. Alle Zellen des Blattinnern unregelmäßig geformt und verzerrt. Palg. 2sch.; Z. ziemlich kurz und breit. Schwg. 5sch.; Z. oft stark in die Quere gestreckt. Rippe obers. gleich der Blattdicke, unters. gleich der dreifachen Blattdicke vorspringend; Nerven und Venen vermittelst weitlumiger, verzerrter Kollz. durchgehend. Weitlumige Skf. vereinzelt oder in kleinen Gruppen rings um die Gfb., deren System, aus mehreren Bündeln bestehend, wie konzentrisch gebaut aussieht. Kr. in Form schöner Drusen, mittelgroß, im Assg. selten, in Form kleiner Drusen reichlich im Weichbast, daneben bisweilen Einzelkr. Körperchen klein, rundlich, glänzend, selten doppeltbrechend, in fast allen Zellen des Blattfleiches. Gerbst. reichlich im Assg. und im Gfb.

Wimmeria Schecht[1]).

Blatt dünn (0,16—0,22 mm). Epz. mittelgroß, polyg., annähernd isodiametrisch, mit geraden, bisweilen schwach getüpfelten Seitenr. Außenw. mehr oder minder stark gewölbt, häufig papillenartig. Sp.-Öff. meist nur unters., manchmal etwas hervorragend. Gewöhnlich seitliche, parallele Nebenz. vorhanden, bisweilen auch an den Enden der Sp.-Öff. senkrecht zum Spalt. Deutliche hörnchenartige Kutl. auf Querschn. Haare in Form von kurzen, einzelligen Papillen bis mehrzelligen, schlauchförmigen Gebilden bei der Mehrzahl der Arten, bei *W. microphylla* öfters verzweigt. Hyp. bei einigen Arten nur stellenweise und meist nur über den Nerven. Blattbau meist bifazial, nur bei 1 Art subzentrisch. Nerv. durchgehend oder eingebettet. Meist deutliche Parenchymsch. ausgebildet. Kollg. meist vorhanden, dagegen fehlen Skf.; an deren Stelle finden sich Milchsaftschläuche, gewöhnlich mit Kautschuk erfüllt, der Veranlassung zum „Spinnen" des Blattes beim Brechen desselben gibt. Die Kautschukschläuche werden öfters auch mitten im Chlorophyllg. angetroffen. Kr. als Einzelkr. oder Drusen, meist beide Formen neben einander. Die Kr. zeichnen sich durch besondere Größe aus, kleine kommen nur im Weichbast vor. Körperchen doppeltbrechend, stets vorhanden, ihre Form jeweils verschieden. Gerbst. vorhanden.

---

[1]) Über die hier aufgeführten Arten s. bes. Radlkofer, Sitz. Ber. der k. b. Ak. Bd. VIII. 1878. p. 378 etc., sowie Rose in Contributions from the U. S. National Herbarium. V, 3. 1897. p. 129—130.

W. concolor Ch. et Schl.
Pringle Nr. 3706. Mexiko.

Bld. 0,22 mm. Epz. mittelgroß (etwa 0,02 mm), regelmäßig polyg.; Seitenr. gerade; Tüpfelung undeutlich; auf Querschn. 0,019 mm hoch; Außenw. stark, schwach gebogen, Seitenw. obers. schwach getüpfelt, unters. dünn und ungetüpfelt; Innenw. obers. nur wenig schwächer wie Außenw., unters. sehr schwach. Sp.-Öff. zahlreich (etwa 100 auf 1 qmm) und ziemlich klein (etwa 0,017 mm lang und 0,012 mm breit). Gewöhnlich je 1 parallele Nebenz. an beiden Seiten und je 1 an den Enden der Sp.-Öff. senkrecht zum Spalt. Haare und Hyp. fehlen. Palg. 2—3 sch.; Schichtung undeutlich infolge höchst ungleichmäßiger Länge der Z. der obersten Palr.; letztere stellenweise auch hypodermartig verkürzt und breiter, wie die Elemente der nächstfolgenden Schicht. Bisweilen Querteilung. Schwg. 7 sch.; Gefüge der untersten 3 Zellschichten enge, in den mittleren Partien locker; hier sind auch die Zellen merklich größer und besitzen stärkere Wände. Rippen nicht vorstehend. Nerv. kreisrund, obers. eingebettet, unters. vermittelst kleiner Kollz. durchgehend; die kleineren Nerven beiders. eingebettet. Sk. nicht vorhanden. Anstelle des Hartbastes zahlreiche Kautschukschläuche, deren ausgezogene Fäden das „Spinnen" des Blattes verursachen. Solche Schläuche werden in allen Teilen des Blattfleisches angetroffen, auch dicht unterhalb der Ep.; bisweilen verzweigt. Kr. reichlich als Einzelkr. und Drusen, erstere weitaus in Überzahl; besonders in den an die obere, resp. untere Ep. anstoßenden Zellen, auch im Weichbast gelegen. Die Einzelkr. der mittleren und oberen Schichten des Blattquerschn. zeichnen sich bisweilen durch auffällige Größe aus (0,053 mm Durchm.). Die Pyramidenfl. der Einzelkr. meist konkav. Hier und da „Rosanoffsche Kristalle" (Drusen), von einem oder mehreren Zellulosehäutchen im Zentrum des Zellumens festgehalten. In Epz., wie in den meisten Z. des Assg. kleine runde oder gestreckte Körperchen, meist doppeltbrechend. Gerbst. nur in den dickwandigen runden Zellen des zentralen Teils des Blattquerschn.

W. confusa Hemsl.
(*W. pallida* Radlk.)
Haenke, Hb. Prag. Mexiko.

Bld. 0,2 mm. Epz. polyg., mittelgroß (0,03 mm Durchm.), ziemlich schwache, undeutlich getüpfelte Seitenr. Alle Z. der o. Ep. zu einer niederen Papille ausgezogen, deren Köpfchen eine halbkugelige, in das Lumen der Papille eindringende Protuberanz bilden. Unters. Außenwand nur schwach gebogen. Auf Querschnitt sämtliche Wände gleich stark; Seitenw. schwach getüpfelt; Lumen querrechteckig. Sp.-Öff. etwa 45 auf 1 qmm. Gewöhnlich seitliche Nebenz., keine endständigen (senkrecht zum Spalt). Kutl. schmal. Haare und Hyp. nicht vorhanden. Palg. 1—2 sch.; Z. lang und schmal, Wandungen gerade oder gefältelt,

meist Querteilung. Schwg. 4—5 sch., locker; Z. rundlich oder queroval, nur die der untersten Schicht höher als breit. Rippen beiders. nur wenig vortretend. Nerven und Venen mittelst sehr dickwandiger und weitlumiger Kollz. beiders. durchgehend. Sk. nicht vorhanden. Kschl. äußerst spärlich und nur anstelle des Hartbastes. Das Blatt spinnt nicht. Kr. zahlreich als Einzelkr., weniger häufig Verwachsung mehrer Einzelkr.; lagern mit Vorliebe nahe der beiders. Ep., in Kollz. und im Weichbast. Erstere von gut mittlerer Größe. Große rundliche oder gestreckte Ktsch.-Körper in großer Menge in den Mphz., stark doppeltbrechend. Gerbst. stellenweise in Palz. und vielen durch Dickwandigkeit ausgezeichneten Schwgz.

Ebenso verhält sich

W. confusa Hemsl.
Liebmann. Ex Hb. Haun.

Nur erscheinen die Köpfchen der Papillen, auf der Fläche gesehen, als hellen Flecken in Mitte der Epz. Die Kschl. etwas häufiger, ihr Inhalt zieht sich zu langem, dünnem Faden heraus.

W. cyclocarpa[1]) Radlk.
J. Don. Smith; Pl. Quatem. Nr. 4125.

Bld. 0,16 mm. Epz. gut mittelgroß (etwa 0,047 mm); Seitenr. gerade, stark getüpfelt; Außenw. stark auswärts gebogen, häufig namentlich über den Nerven papillös ausgezogen, nur wenig stärker wie die kräftigen Seiten- und Innenw.; erstere getüpfelt. Sp.-Öff. mittelgroß (0,026 mm lang, 0,02 mm breit), etwa 45 auf 1 qmm; vorstehend. Trichome hauptsächlich über den Nerven in Form kurzer einzelliger Papillen bis zu 0,38 mm langen vielzelligen Haaren. Die Querteilung der letzteren ungleichmäßig, öfters wiederkehrend eine schiefe Querwand. Die Haare an der Basis bisweilen zweizellreihig, wenn aus 2 Epz. hervorgegangen. Hyp. nur oberhalb der größeren Nerven angedeutet. Palg. 2 sch., locker. Z. schmal, geradwandig, bisweilen Querteilung. Z. der 2. oberen Schicht nur halb so lang wie die der 1. Schicht. Schwg. 5 sch., locker; Z. rundlich oder querrechteckig, mit stärkeren Wandungen wie im Palg. Rippen oberseits nur wenig, unters. etwa um die Hälfte der Blattdicke vorspringend. Nerven kreisrund, auch die kleineren vermittelst mächtig entwickelten, weitlumigen (bis zu 0,03 mm Durchm.)

[1]) Bezüglich der Stellung dieser Art innerhalb der Gattung *Wimmeria* gibt Radlkofer in Bot. Gaz. 1893. p. 199 folgende Ausführungen, deren Wiedergabe zugleich ein Beleg für die Richtigkeit der von mir angegebenen anatomischen Charakteristik ist: ‚Intermedia quasi inter *W. pubescentem* R. et *W. confusam* Hemsl. (*W. pallidam* R.) et quidam quoad characteres anatomicos quoque: *W. pubescens* hypodermate fere continuo ad paginem foliorum superiorem instructa est, *W. cyclocarpa* supra venas tantum, *W. confusa* nullo. Ab una alteraque differt cellulis crystallophoris crystalla singula magna, ut in *W. discolore* et *concolore*, nec globoso-agglomerata foventibus. Insignis quoque stomatibus quodammodo elevatis. . . .‘.

Kollg. durchgehend. Anstelle des Hartbastes nicht sehr zahlreiche Kschl., äußerst selten frei im Assg. Das Blatt spinnt nur wenig. Kr. nur als Einzelkr. häufig in Mphz. und Weichbast. Erstere öfters vom Durchm. 0,04 mm. Körperchen klein, rundlich, besonders in Palz., bisweilen doppeltbrechend. Gerbst. in vielen Zellen des Mphg. und des Bastes.

W. *discolor* Schlecht. et Schulte.
Hb. Liebmann, Mexiko.

Ähnlich wie *W. concolor*; nur Außenw. der Epz., namentlich unters., stark gebogen. Palg. 3sch.; Z. nicht viel höher wie Epz., in den einzelnen Schichten übrigens von ungleicher Höhe. Nerven eingebettet; Kollg. nicht ausgebildet. Kr. weniger zahlreich; Rosanoffsche Kr. nicht bemerkt.

W. *microphylla* Radlk. (n. sp.)[1]
Pringle, Pl. Mexic. No. 6289.

Bld. 0.16 mm. Epz. mittelgr. (0,026 mm), polyg.; Seitenr. obers. gerade, unters. häufig etwas gebogen. schwach; Z. auf Quersch. 0,026 mm hch.; Außenw. schwach gebogen, bisweilen papillös ausgebildet, gleich stark wie Innenw.; Seitenw. schwächer, gerade, getüpfelt. Lumen annähernd quadratisch. Sp.-Öff. obers. spärlich, unters. etwa 65 auf 1 qmm; von sehr unterschiedlicher Größe: oval bis rund; Nebenz. selten; häufig, von mehreren (bis zu 10) Epz. umgeben. Außenspalt sehr schmal elliptisch. Auf Querschn. Kutl. unbedeutend, gerade; Schließz.

[1]) Von dieser bisher, wie in der Sammlung von Pringle, so auch in der Synopsis der *Wimmeria*-Arten von J. N. Rose (in Contributions from the U. S. National Herbarium, V, 3, 1897, p. 129—130), auf *Wimmeria pubescens* Radlk. bezogenen Pflanze teilt mir Herr Prof. Dr. Radlkofer, nach dessen Urteil sie als besondere, neue Art aufzufassen ist, folgende Charakteristik zur Veröffentlichung an dieser Stelle mit:

Wimmeria microphylla Radlk. (*W. pubescens* — non „Radlk." — Pringle coll. pl. mexic. n. 6289, ao. 1895; Rose l. c., 1897): Frutex squarrose ramosus, 2—3 m altus; rami crassiusculi, ultimi tardae evolutionis internodiis brevissimis 2 mm crassi, dein in modice elongatis 1,5 mm crassos internodiis ad 8 mm longis desinentes, ut et folia pedicellique pilis articulatis hic illic papilloso-ramosis cano-hirtelli, mox glabrati, cortice nigro striato; folia in ramulis abbreviatis fasciculata, perparva, 1—1,5 cm, vix unquam 2 cm longa, 0,3—0,5 cm lata, ex oblongo vel elliptico in petiolum brevem attenuata, integerrima vel maiora minutim serrulata, nervis lateralibus inferioribus quam reliqui vix longioribus retique venarum parum conspicuis, supra puberula, margine subtusque hirtella, triste viridia, hypodermate (quo *W. pubescens* Radlk. excellit — cf. Bot. Gaz. XVIII, 1893, p. 199 —) nullo; flores in dichasia 3-flora stipitata axillaria (in ramulis abbreviatis conferta vel ad nodos partium elongatarum singula) consociati, pedicellati, pedicellis stipiteque ca. 5 mm longis, florum lateralium bibracteolatis, bracteolis subulatis hirtellis; flores generis, 3 mm longi; fructus — (non suppetebant). — In Mexici civitate Puebla: C. G. Pringle n. 6289 (ad Tehuacan in collibus calcareis, altit. 1800 m, m. Dec. 1895 flor.; edita sub nom. *Wimmeria pubescens* Radlk.).

Species a *W. pubescens* Radlk. habitu, foliis minoribus cano-hirtellis hypodermate nullo instructis, nec non dichasiis paucifloris conspicue distincta.

L. Radlkofer, im Dezember 1902.

verhältnismäßig hoch, breit und weitlumig. Haare ziemlich häufig, besonders am Blattrande. Alle Übergänge von niederen Papillen bis zu 8zelligen 0,44 mm lg. Haaren: nach oben sich konisch verjüngend, spiralig gestreift, an den Insertionen der Querwände etwas eingeschnürt. Häufig auf 2 Basalz. aufsitzend. Daneben ziemlich häufig Haare mit einer mehr oder weniger entwickelten dornartigen Verzweigung nahe dem oberen Ende der untersten Zelle. Bei kräftiger Entwicklung des Seitenarmes kommen, nach Art der falschen Dichotomie, zweiarmige Gabelhaare zustande. Hyp. nicht vorhanden. Blattbau subzentrisch. Alle Zellen der 6 Schichten mehr oder weniger palisadenartig gestreckt. Zellen der obersten 2 Schichten sehr schmal. Wandungen gerade. Enges Gefüge. Rippen[1]) obers. ganz wenig, unters. in großem Bogen vorspringend, Nerven und Venen vermittelst Kollz. durchgehend. Anstelle des Hartbastes äußerst zahlreiche Kschl., deren herausgezogene dicke Fäden ein dichtes Gewirr bilden und das „Spinnen" des Blattes bewirken; frei im Assg. nicht angetroffen. Kr. ziemlich häufig in Form von Drusen, selten Einzelkr., meist in Nähe der Nerven oder in den der oberen Ep. angrenzenden Zellen: mittlere Größe. In allen Zellen des Assg. sehr kleine, kristallinische, bisweilen doppeltbrechende Körperchen. Gerbstoff nicht vorhanden.

W. *persifolia* Radlk.

Pringle. Pl. Mexic. No. 6210.

Bld. 0,2 mm. Epz. mittelgroß (0,03—0,04 mm), polyg., mit geraden Seitenr. Auf Quersch. 0,026 mm hch.: Außenw. gerade oder gebogen, öfters papillenartig ausgezogen; Seitenw. ziemlich schwach, gerade oder wenig gebogen, fein getüpfelt; Innenw. stärker wie Seitenw. Sp.-Öff. etwa 40 auf 1 qmm, etwas vorstehend; Größe sehr verschieden: meist seitliche, zum Spalte parallele Nebenz. Haare und Hyp. nicht vorhanden. Palg. 2sch.; Wandungen der Z. fein gefältelt. Schwg. 5—6sch., locker; Zellwandungen stark gefaltet; Z. der untersten Schicht etwas höher wie breit. Rippen beiders. wenig vorspringend. Nerv. und Venen beiders. mittelst stark verdickter, weitlumiger Kollz. durchgehend. Kschl. in großer Anzahl nur anstelle des Hartbastes. Das Blatt „spinnt". Kr. meist in Form schöner Drusen, selten Einzelkr., im Assg. und Weichbast. Körperchen kantig, reichlich im Assg., selten doppeltbrechend. Gerbst. nur im Bast.

Ebenso verhält sich

W. *persicifolia* Radlk.

Liebmann. Ex. Hb. Haun;

an den Sp.-Öff. nur öfters auch zum Spalt senkrechte Endzellen vorhanden, die eine „Abplattung" der Enden der Schließzellen

[1]) Bei der Kleinheit des Blattes gelangte der Hauptnerv zur Untersuchung.

auf dem Flächenschnitt bewirken. Zellinhaltskörper groß, ohne bestimmte Form, doppeltbrechend.

W. *pubescens* Radlk.
Hb. Liebmann. Mexiko.

Bld. 0,22 mm. Epz. mittelgroß, polyg., mit geraden, schwachen, fein getüpfelten Seitenr.; Quersch. Z. 0,026 mm hch. Außenw. schwach gebogen, Seitenw. gerade, schwach; Innenw. obers. so stark wie Außenw., unters. schwach. Sp.-Öff. etwa 50 auf 1 qmm.; parallele seitl. Nebenz. nicht sehr häufig. Haare spärlich, meist sehr kurz und einzellig, nur bisweilen 2—6zellig; Wand dick, Lumen an der Basis weit; bisweilen aus zwei Ep. hervorgegangen. Hyp. einschichtig, bisweilen durch wenige Palz. unterbrochen; Größe der Z. gleich der der Epz.; Seitenw. getüpfelt. Palg. 2sch.; Schichtung sehr ungleich; Z. der oberen Schicht gewöhnlich sehr lang und schmal; Wandungen gerade. Jede Z. ein- oder zweimal quergeteilt; diese Querwände liegen in verschiedener Höhe. Schwg 3—4sch.; Z. der untersten zwei Schichten mehr oder weniger palisadenartig gestreckt, bisweilen quergeteilt, eng zusammenschließend. Die übrigen Z. rundlich oder queroval, locker. Rippen obers. spitz, unters. in flachem Bogen vorspringend. Nerven und Venen mittelst Kollg. durchgehend. Leitsystem aus 2 Gfb. mit gut entwickeltem Bast zusammengesetzt. Milchsaftschläuche in großer Anzahl anstelle des Hartbastes. Ihr Inhalt ist eine weißliche, durch Risse zerstückelte, nicht doppeltbrechende, guttaperchaartige Substanz. Durch Jod tritt erst Gelb-, dann Braunfärbung ein, durch Alkohol Lösung, durch Javellesche Lauge Zerstörung. Kr. nur als Drusen im Assg., Hyp. und Bast: bisweilen von stattlicher Größe (0,027 mm). Körperchen in den meisten Z. des Assg. klein, mattschimmernd, nicht doppeltbrechend. Gerbst. reichlich im Assg. und Gfb.

W. *serrulata* Radlk.
Ex. Hb. Thibaud in Hb. Prodromi DC.

Bld. 0, 18 mm. Epz. gut mittelgr. (0,04 mm), polyg.; Seitenr. gerade oder etwas gebogen, schwach, undeutlich getüpfelt; obers. Epz. meist zu einer niederen Papille ausgezogen; Außenw. unters. gerade; Seitenw. meist gebogen; diese wie Innenw. nicht viel schwächer wie Außenw. Lumen querrechteckig. In der u. Ep. bisweilen Einzelkr. oder Drusen. Sp.-Öff. etwa 60 auf 1 qmm, meist etwas vorstehend, von verschiedener Größe; an den Enden meist zum Spalte senkrechte und an den Seiten zum Spalt parallele Nebenz. Haare und Hyp. nicht vorhanden. Palg. 2sch.; Z. kurz und schmal, öfters Querteilung; Schwg. 4sch., locker; Z. queroval. Nerven und Venen vermittelst Kollz. durchgehend. Kschl. in geringer Zahl, nur anstelle von Hartbast; ausgezogene Fäden sehr kurz. das Blatt spinnt nicht. Kr. als Einzelkr. zahlreich, als Drusen selten;

meist nahe an Nerven und im Bast gelegen, bisweilen auch in der u. Ep.; zeichnen sich durch Größe aus. In allen Z. des Assg. längliche, gelbliche, stark doppeltbrechende Körper. Gerbstoff fehlt.

Elaeodendron Jacq.

Bld. variiert zwischen 0,25 und 0,86 mm. Epz. meist klein (0,013—0,018 mm), häufig nur 4 seitig, von quadratischer oder rechteckiger Form; Seitenr. gerade, bisweilen gebogen oder gebuchtet. In den Winkeln oder Buchten der Seitenr. bisweilen Randtüpfel; Außenw. sehr stark; Seitenwände getüpfelt; Lumen namentlich von der Fläche gesehen, häufig sehr eingeengt. In der beiders. Ep. Kr. in Form von Einzelkr., meist solchen mit zentralen Spalten. Die Krz. sind rund und meist kleiner wie die übrigen Epz., ihre Seitenr. schwächer, ihre Innenw. dagegen zeigen starke Zelluloseverdickung, in die der Kristall eingewachsen ist; meist zu Gruppen oder Zügen angeordnet; Sp.-Öff. nur unters.; häufig parallele seitl. Nebenz. Kutl. unbedeutend und nicht hörnchenartig. Haare nicht vorhanden. Hyp. 1- oder 2 sch.; Z., von der Fläche gesehen, sehr groß (bis 0,1 mm Durchm.) mit geraden oder sanft gebuchteten Seitenr.; Wandungen stark getüpfelt. Rippen treten nur wenig vor; Nerv. meist eingebettet; Sk. mächtig entwickelt, Kollg. spärlich. Kr. in der beiderseit. Ep. und im Blattinnern (auch im Weichbast); in ersterem Falle meist Einzelkr. mit zentralen Spalten, im letzteren meist unregelmäßige Drusen. Körperchen spärlich, öfters doppeltbrechend. Gerbst. meist reichlich.

El. australe Vent.

Beckler. Australien.

Bld. 0,3 mm. Epz. klein bis mittelgr. (obers. etwa 0,018 mm, unters. durchschnittlich etwas größer), polyg., häufig rechteckig, mit sanft gebogenen oder gebuchteten, obers. undeutlich, unters. deutlich getüpfelten Seitenr. Auf Querschn. 0,017 mm hch.; Außenw. stark, sanft gebogen; Seitenw. kräftig, gerade, bisweilen getüpfelt; Innenw. sehr stark. Z. der u. Ep., bes. nahe den Spaltöffnungen, bisweilen parallel zur Außenfl. quer geteilt. In der beiders. Ep. Kristallidioblasten mit Einzelkr.; einzeln oder in Gruppen zu 3 oder 4, unterseits Reihen bis zu 8 Z.; Krz. kleiner wie die übrigen Epz. und meist rundlich, ihre Außenw. dünner, ihre Seiten- und Innenwände dicker; in die Zelluloseverdickung der letzteren ist der Kr. mit einem Ende eingewachsen, mit dem andern ragt er in das Zellumen hinein. Sp.-Öff. etwa 30 auf 1 qmm; bisweilen parallele Nebenz., auch quere Endzellen, die eine Abplattung der Schließz. bewirken. Auf Querschnitt sind die Seiten- oder Innenw. der Nachbarz. der Schließz. merklich dünner, wie die der übrigen Epz. Hyp. obers. einschichtig, unters. nur unterhalb der größeren Nerven durch einige Zellen angedeutet; Z. auf dem ob. Flächenschn.

groß (etwa 0,066 mm) mit gebogenen oder sanft undulierten, stark getüpfelten Seitenr. Auf. Quersch. so hoch wie die Epz. Palg. 1sch.; Z. ziemlich kurz und breit, Wandungen gefältelt; bisweilen quergeteilt. Schwg. 8sch., locker; Z. starkwandig, häufig sehr in die Breite gestreckt. Nerv. eingebettet. Sk. ober- und unterhalb des Gfb. in 2 lockeren, sichelförmigen Gruppen; die Fasern dick, englumig. Kr. reichlich als Einzelkr. in der beiderseit. Ep., als Drusen im Blattinnern, letztere etwa 0,026 mm groß; die kristallführenden Palz. gewöhnlich quergeteilt. Körperchen nicht sehr reichlich in den Palz., klein, rundlich oder kristallinisch, doppeltbrechend. Gerbst. im Hyp. und vielen Z. des Assg.

El. capense Eckl. et Z.

Burchell No. 6050.

Bld. 0,86 mm. Epz. klein (etwa 0,016 mm), polyg., häufig quadratisch oder rechteckig; Seitenr. gerade, kräftig, schwach getüpfelt; Außenw. stark, obers. etwas gebogen, unters. gerade; Seitenw. keilförmig; Innenw. oberseits stark, unters. dünn; Lumen umgekehrt keilförmig, sehr eingeengt; Krz. beiders. reichlich, namentl. unters., wo fast jede Zelle, außer den Nachbarz. der Sp.-Öff., einen Einzelkr. enthält. Die obers. Krz. meist etwas größer wie die kleinen Epz. Sp.-Öff. etwa 65 auf 1 qmm; parallele Nebenz. öfters vorhanden, bisweilen 2 oder 3 auf einer Seite; die Nebenz. sind bedeutend größer wie die übrigen Epz. Hyp. obers. 2sch., die 2. Schicht nicht kontinuierlich; unters., unterh. der Nerven durch einige wenige Zellen angedeutet; Z. von der Fläche gesehen sehr groß (0,04—0,08 mm), polyg., mit sehr starken, geraden, stark getüpfelten Seitenr.; Z. auf Querschn. höher wie die Epz.; Seitenw. stark getüpfelt. Palg. 2sch.; Z. ziemlich lang und schmal, geradwandig; Schwg. 8sch.; Z. der unteren 3 Sch. klein, rundlich oder quadratisch und eng zuzammenschließend, die übrigen queroval, oft sehr in die Breite gestreckt, dickwandig. Nerv. eingebettet, ober- und unters. derselben bischofsmützenähnliche, vielzellige Gruppe von Skf.; bes. Hartbast mächtig entwickelt. Kr. zahlreich als Einzelkr. in der Ep., im Blattinnern (auch Weichbast) nur Drusen. Körperchen glänzend, kristallinisch, doppeltbrechend, neben krumösen, nicht doppeltbrechenden Massen, zumeist in den Palz., bisweilen auch in Epz. Gerbst. in allen Palz. und vielen Z. des Schwg.

El. croceum DC.

sub: *Crocoxylon excelsum* Eckl.

Eckl. No. 983; C. b. sp.

Bld. 0,25 mm. Epz. klein (meist 0,015 mm), polyg.; Seitenr. stark; Außenw. gerade; Seitenw. gerade, schwach getüpfelt; Innenw. sehr stark; Lumen annähernd quadratisch. Beiders. zahlreiche Krz. mit Einzelkr., auf der Blattoberseite gleichgroß, auf der Unterseite kleiner wie die übrigen Epz. Außerdem

häufig in den Epz. krümöse Körper. An den Seiten der Sp.-Öff. öfters langgestreckte, parallele Nebenz., meist aber von 3 Epz. begrenzt, deren Radialwände gewöhnlich dünn sind. Hyp. obers. 1-, stellenweise 2 sch., unters. nur an den Nerven angedeutet. Z., von der Fläche aus gesehen, groß (meist 0,06 mm) mit starken, geraden oder schwach gebogenen oder undulierten Seitenr., Höhe wie die der Epz. Seitenw. getüpfelt. Palg. 3 sch.; Z. der einzelnen Schichten von ungleicher Länge; Wandungen gerade; selten Querteilung. Schwg. 7 sch., ziemlich fest gebaut; Z. rundlich oder querrechteckig; Wandungen etwas kräftiger wie im Palg. Nerv. durchgehend (die kleineren eingebettet), beiderseits fast an das Hyp. anstoßend. Sk. mächtig entwickelt: obers. des Nervs quadratische, unters. sichelförmige Skf.-Gruppe. Kollg. spärlich. Kr. in der beiders. Ep., bes. zahlreich in der unters. in Form von Einzelkr., im Blattinnern spärlich Drusen, selten Krs. u. Einzelkr.; hier nur an Nerven und im Weichbast. Körperchen nicht vorhanden; Stärkekörner, sowie spärlich Gerbst. in Z. des Assg.

El. glaucum Pers.

Wall. Cat. No. 4325 d. Hort. bot. Calcut.

Bld. 0,28 mm. Epz. auf der Fläche klein bis mittelgr.: Seitenr. der obers. Epz. bei hoher Einstellung gebuchtet, bei tiefer gerade; unters. gerade, selten schwach gebogen. In den Buchten und Winkeln große Randtüpfel. Auf Quersch. Z. 0,02 mm hoch; Außenw. stark, obers. gerade, unters. schwach gebogen; Seiten- und Innenw. schwach, erstere gerade, bisweilen getüpfelt; Lumen quadratisch oder querrechteckig, öfters höher wie breit: Z. der u. Ep. öfters durch eine zur Außenfl. parallele oder schiefe Wand geteilt, am häufigsten in der Nähe der Sp.-Öff. Krz. beiders., meist etwas kleiner wie die übrigen Epz., gewöhnlich zu zweien, öfters auch einzeln oder in Gruppen bis zu 4; Kr. nur in Form von Einzelkr. mit Spalten durch das Zentrum. Sp.-Öff. etwa 65 auf 1 qmm, rundlich bis elliptisch, meist von 3 Epz. gleichmäßig umstellt; hier und da parallele Nebenz. Hyp. obers. 1 sch.; an den Nerven obers. 2 sch., unters. 1 sch.; Z. auf Flächensch. ziemlich groß (meist 0,05 mm) mit schwachen, wenig gebogenen oder gebuchteten Seitenr.; auf Querschn. gleich hoch wie die Epz., nur über den Nerven niedriger: Seitenw. ungetüpfelt. Palg. 2 sch.; Z. lang und verhältnismäßig breit. Wandungen fein gefältelt; bisweilen Querteilung. Schwg. 6 sch.; Z. der untersten 2 Sch. meist etwas höher wie breit und bisweilen quergeteilt; im übrigen rundlich oder querrechteckig. Rippen ober- und unters. etwas vorspringend; Nerv. auf Querschnitt bis fast an das beiders. Hyp. reichend, aber eingebettet. Skf. ober- und unterhalb der Nerven in 2 mächtig entwickelten sichelförmigen Gruppen; Koll. nicht ausgebildet: im Holzteil der Gfb. weitlumige Tracheen. Kr. in der Ep. nur Einzelkr. mit Spalten durch das Zentrum, im Blattinnern Drusen. Im

Weichbast neben Drusen selten auch Einzelkr. Körperchen nicht vorhanden. Gerbst. in vielen Zellen des Weichbastes.

El. glaucum Pers. var. *grossum*
sub: *Evonymus grossus* Wall.
H. B. Calcut.

unterscheidet sich von *El. glaucum* in folgendem:

Epz. ziemlich groß (etwa 0,05 mm), polyg., mit geraden getüpfelten Seitenr. Keine Randtüpfel. Z. auf Quersch. 0,02 mm hoch; Lumen infolge sehr starker Außenw. niedrig, mehrmals breiter als hoch. Krz. nur unregelmäßig ausgebildete, große Drusen enthaltend, reichlich in der ob. Ep., durch Kleinheit und runde Form ausgezeichnet; die häufig isolierten Krz. bisweilen von 6—7 Epz. rosettenförmig umstellt. Hyp. nur oberseits 1sch.; Z. von der Fläche gesehen, genau wie die Epz., auf Quersch. höher wie diese, nur über den Nerv. gleich diesen. Palg. 1—2sch; Z. kurz; Wandungen stark gefaltet. Nerv. vermittelst beiders. Kollg. durchgehend, die Venen eingebettet. Kollz. bisweilen 0,04 mm im Durchm. Kr. nur in Form unregelmäßig ausgebildeter Drusen in Ep. und Weichbast; nicht im Assg.

Ähnlich wie *El. glaucum* verhält sich

El. glaucum Pers. var. *paniculatum*
sub: *El. paniculatum* W. et A.
Herb. Ind. or. Hook. fil. et Thoms. Indien.

Nur Seitenr. der obers. Epz. auch bei tiefer Einstellung gebuchtet, stark getüpfelt, unters. gerade u. keine Randtüpfel. Krz. obers. spärlich, unters. zahlreich, mit Drusen oder Einzelkr. mit Spalten. Palg. 2—3sch.; Wandungen der Zellen meist gerade. Rippen nicht vortretend. Kr. als unregelmäßige Drusen und Einzelkr. mit Spalten; in der Ep., namentlich der unteren, zahlreich, im Mphg. (ebenso im Hyp. und im Bast) spärlich Drusen oder Krs.

Ferner verhält sich ähnlich:

El. glaucum Pers. var. *Roxburghii* Wall.
sub: *El. Roxburghii* Wall.
Hb. Ind. or. Hook. fil. et Thoms. Indien,

nur Epz. mittelgr.; Seitenr. gerade oder schwach gebogen; Randtüpfel undeutlich; Seiten- und Innenw. etwas kräftiger. Hyp. nur obers., 1—2sch.; Nerv. vermittelst weniger kleiner, schwach kollenchymatisch ausgebildeter Zellen durchgehend.

El. ilicifolium Tenore.
Cult. in H. B. Neapol.

Bld. 0,6 mm. Epz. klein (meist 0,019 mm), häufig nur 4seitig; Seitenr. kräftig, gerade; auf Quersch. Z. 0,019 mm hoch;

Außenw. sehr stark, gerade oder schwach gebogen, Seiten- und Innenwand stark getüpfelt; letztere so kräftig wie Außenw.; Lumen ziemlich eingeengt. Krz. mit Einzelkr. beiders., besonders zahlreich unters.; hier auch etwas kleiner wie die übrigen Epz. Sp.-Öff. wie bei *El. capense.* Hyp. obers. 2sch., unters. 1sch., nur über den Sp.-Öff. unterbrochen, an Nerven 2sch. Obers. Hypz. auf dem Flächensch. sehr groß (0,08—0,1 mm), Seitenr. sehr kräftig, gerade oder nur wenig gebogen, sämtliche Wandungen stark getüpfelt. Auf Querschn. Wandungen sehr stark; Lumen oval. Unters. Hypz. auf Fläche und Quersch. etwas größer wie die Epz. Palg. 2—3sch.; Z. sehr lang und schmal; Wandungen gerade, bisweilen Querteilung. Schwg. 8sch., eng gebaut; Z. ziemlich starkwandig, öfters getüpfelt; die an das unters. Hyp. anstoßenden Zellen etwas höher wie breit. Nerv. eingebettet, auf Quersch. verhältnismäßig hoch, weil Skf.-Gruppen ober- und unterhalb des Gfb. mächtig entwickelt. Kr. sehr zahlreich in der beiders. Ep., namentlich der unters., als Einzelkr. sowie im Blattinnern als Drusen; hier hauptsächlich an den Nerven und im Weichbast gelegen; ziemlich groß (0,033 mm). Körper ohne besondere Form in den meisten Epz. und in den Zellen des Assg; nicht doppeltbrechend. Gerbst. mäßig in allen Z. des Grundgewebes.

Ebenso verhält sich

El. quadrangulatum Reiß.
Hort. Monac.

nur Bld. 0,5 mm; unters. Hyp. nur an den Nerven; Schwg.-Zellen nie höher als breit. Bisweilen im Blattinnern auch ein Einzelkr. mit Spalten. Körperchen nicht vorhanden.

El. Schweinfurthianum Loes. *forma.*
sub: *Cassine Schweinfurthiana* Loes.
Holst. No. 3046. Usambara.

Bld. 0,6 mm. Epz. klein; Seitenr. stark, gerade; Innenw. getüpfelt; auf Quersch. Z. 0,016 mm hoch; Außen- und Innenw. gleich stark; Seitenw. nicht getüpfelt; Lumen klein. Krz. beiderseits zahlreich mit Drusen oder Einzelkr. mit Spalten durch die Mitte; gleich groß den übrigen Epz. Sp.-Öff. etwa 80 auf auf 1 qmm; ziemlich klein; Nachbarzellen größer wie die übrigen Epz., öfters 1 oder mehrere parallele Nebenz. vorhanden. Hyp. obers. 1sch., Z. auf der Fläche 0,04 mm groß; Seitenr. stark, gerade, getüpfelt; auf Quersch. Z. bedeutend höher wie die Epz., ihre Wandungen stärker. Palg. 4—5sch.; Schichtung ungleichmäßig infolge sehr verschiedener Länge der Z. in den einzelnen Schichten. Auch das Aussehen dieser Z. sehr verschieden: diejenigen der obersten Pal.-Schicht meist sehr hoch und breit (0,045—0,075 mm hch. und 0,026—0,053 mm bt.). Wände sehr stark, tief gefaltet. Die Zellen sind leer. Darauf folgt eine

Schicht ähnlich aussehender Z., nur etwas niedriger, schmäler und ihre Wandungen schwächer; sie enthalten längliche krumöse Massen und wenig Chlorophyll. Endlich folgen 2—3 Schichten sehr schmaler, dünnwandiger typischer Palz. von sukzessiv abnehmender Höhe. Schwg. 6—8sch., aus kleinen, dünnwandigen, rundlichen Z. bestehend. Nerv. nur unters. vermittelst weniger Kollz. durchgehend, oberseits von den oben beschriebenen dickwandigen Palz. mit dem Hyp. verbunden. Skf. ober- und unterhalb der Nerven in halbkreisförmigen, losen Gruppen. Kr. reichlich in der beiderseitigen Ep., hauptsächlich der unters., als Drusen oder Einzelkr. mit Spalten, im Blattinnern spärlich und nur im Schwg. und Weichbast in Form kleiner Drusen. In den mittleren Palz., sowie den Z. des Schwg. häufig gelbliche, gestreckte, krumöse Massen, die nicht doppelt brechen. Gerbst. fehlt.

El. xylocarpum DC.

Sintenis Pl. Portoric. Nr. 529.

Bld. 0,5 mm. Epz. auf Fläche klein bis mittelgroß, die Nachbarz. der Sp.-Öff. etwas größer; Seitenr. gerade, sehr stark; Innenw. sehr stark getüpfelt; Lumen rundlich; Seitenr. der äußerst zahlreichen Krz. schwächer, diese Z. selbst kleiner, die der Blattunters. etwas tiefer liegend. Auf Quersch. Epz. 0,019 mm hoch; Außen- und Innenw. sehr stark, erstere obers. gerade, unters. etwas gebogen; Seitenw. schwächer, gerade, getüpfelt; Lumen sehr eingeengt. Sp.-Öff. etwa 30 auf 1 qmm, meist etwas vorstehend; bisweilen parallele Nebenz. Hyp. obers. 2sch., unters. 1sch., an den Sp.-Öff. unterbrochen, unter den Nerven 2sch.; Z. auf der Fläche 0,04—0,1 mm groß, polyg. mit geraden, sehr starken Rändern; Innenw. stark getüpfelt. Auf Quersch. höher wie die Epz., sämtliche Wandungen sehr kräftig, getüpfelt, Lumen rundlich oder queroval. Blattbau subzentrisch. Typisches Palg. 3sch.; Z. sehr lang und schmal, Wandungen gerade, Querteilung selten. Schwg. 5—6sch., alle Z. etwas höher wie bt., oval; unterhalb der Nerven typische Palz. Nerven eingebettet. Skf.-Gruppen namentlich unterhalb der Nerven mächtig entwickelt. Kr. äußerst zahlreich in der beiders. Ep. als Einzelkr., seltener solchen mit Spalten, ebenso zahlreich im Blattinnern, aber nur an den Nerven (nicht im Weichbast) als Drusen, Einzelkr. mit und ohne Spalten. Körperchen reichlich im Assg., klein, schimmernd, nicht doppeltbrechend. Gerbst. wenig.

Ebenso verhält sich:

El. xylocarpum DC.

sub: *Cassine xylocarpa* Vent.

Uhde fruct. coll. in Mexico.

Hort. bot. Monac.,

nur sind Krz. in der beiders. Ep. nicht so häufig, Blattbau deutlich bifazial; Z. des Schwg. häufig sehr in die Breite ge-

streckt. Die Kr. im Mph. spärlich und nur in Form kleiner Drusen. In den Palg. zuweilen Rosanoffsche Kr. mit mehreren Zellulosesträngen. Körperchen nicht vorhanden.

Cassine L.

Blätter meist dick (0,5—0,7 mm). Epz. klein bis mittelgroß, polyg. 3—5seitig. Seitenr. gerade oder sanft unduliert. Z. auf Quersch. meist breiter wie hoch; Außenw. sehr stark. Sp.-Öff. nur unters., meist von 3 Epz. umgeben, öfters auch parallele Nebenz. Schließz. halb so hoch wie die Nachbarz., liegen auf gleichem Niveau wie die starke Außenw. der lezteren. Kutl. auf Quersch. gerade, nicht hörnchenartig. Haare nicht vorhanden. Hyp. teils mehrschichtig, teils fehlend. Palg. 2—4sch. Schichtung ungleichmäßig. Rippen so gut wie gar nicht vortretend. Nerven teils eingebettet, teils durchgehend. Skf. reichlich, in 2 locker gebauten Gruppen ober- und unterhalb der Gfb. Kollg. bisweilen vorhanden. Kr. nur im Blattinnern in Form kleiner bis mittelgroßer, morgensternartiger Drusen. Doppeltbrechende Körperchen in mäßiger Anzahl neben nichtdoppeltbrechenden, fettglänzenden Massen in Z. des Assg. und der Ep. Gerbst. reichlich in Mph.- und Weichbastzellen.

C. barbara L.

Eckl. et Z. No. 985. C. b. sp.

Bld. 0,7 mm. Epz. klein bis mittelgroß, auf der Obers. meist 4seitig und reihenweise angeordnet; häufig auch 3seitig; Seitenr. stark, öfters getüpfelt, gerade oder weniger häufig schwach gebogen; Innenwand der obers. Epz. getüpfelt. Z. auf Quersch. 0,014 mm hoch; Außenw. sehr stark, obers. gerade, unters. meist etwas gebogen; Seitenwand sehr kräftig, gerade, getüpfelt; Innenw. obers. stark, unters. schwach; Lumen oft sehr eingeengt. Sp.-Öff. etwa 60 auf 1 qmm, meist von 3 oder mehr gewöhnlichen Epz. umgeben; öfters auch parallele Nebenz., sogar 2 oder 3 auf einer Seite. Die den Schließz. anliegende Wand der Nachbarzellen auf dem Flächenschnitte sehr kräftig, die Innenw. der letzteren auf dem Quersch. über den Schließz. in kräftigem Bogen gewölbt. Hyp. nur obers., 4sch., die 4. Schicht nicht kontinuierlich. Z. auf dem Flächensch. meist sehr groß (bis zu 0,095 mm), polygonal; Seitenr. schwach gebogen oder gebuchtet, sämtliche Wandungen sehr stark und getüpfelt. Höhe der Z. der obersten Hyp.-Schicht gleich der der Epz., die der übrigen um mehr als das Doppelte hoch. Palg. 3—4sch.; Z. nicht sehr lang und verhältnismäßig breit; Wandungen gerade; Querteilung häufig in verschiedener Höhe. Schwg. 6—8sch., locker; Z. starkwandig. Nerven und Venen obers. vermittelst Skg., unters. vermittelst Kollg. durchgehend. Skf. obers. in bischofsmützenförmiger, unters. in sichelförmiger Gruppe. Lumen der Fasern ganz minimal. Kristalldrusen nur an Nerven und im Bast. Körperchen reichlich in den Palz., vakuolig, rundlich oder gestreckt, doppeltbrechend. Gerbst. sehr reichlich im Mphg., auch den

innern Hyp.-Schichten und besonders in großen, runden oder ovalen, getüpfelten Z. des Schwg.

C. Burchellii Loes.

Burchell Nr. 5769. Afr. Austr. Extratropica.

Bld. 0,6 mm. Z. mittelgroß bis groß (durchschnittlich 0,053 mm im Durchmesser); Seitenr. ziemlich schwach, unduliert; in den Buchten Tüpfel; auf Querschn. Z. 0,028 mm hoch; Außenw. äußerst kräftig (0,02 mm), gerade; Seiten- und Innenw. gleich stark; keine Tüpfelung bemerkbar; Lumen meist dreimal so breit wie hoch. Sp.-Öff. etwa 60 auf 1 qmm; fast kreisrund, ganz wenig vorstehend; parallele Nebenz. selten. Hyp. nicht vorhanden. Mphg. starkwandig; Palg. 1—2 sch.; Z. der obersten Reihe im Verhältnis zur Höhe schmal (0,053 mm hoch), Wand. gerade, keine Querteilung. Schwg. 10—12 sch.; Z. rundlich oder oval; weite Maschenräume. Nerv. eingebettet; verhältnismäßig niedrig (0,24 mm Höhe der Nerven, 0,6 mm Bld.). Skf. oberhalb der Nerven in kleiner, dichter, unterhalb in sichelförmiger, lockerer Gruppe. Drusen morgensternartig, selten Einzelkr., mittlere Größe, häufig in den an die Pal. angrenzenden Z.; dieselben oft kreisrund; nicht an den Nerven und im Weichbast; körnige, vakuolige Massen in den Z. der Ep. und des Diachyms, in den Nachbarz. der Sp.-Öff. meist großer, runder, fettglänzender Körper, nicht doppeltbrechend. Gerbst. in den Z. des Palg. und den unteren Partien des Schwg.

C. capensis L.

Eckl. et Z. No. 986. C. b. sp.

Bld. 0,7 mm. Epz. ähnlich wie bei *C. barbara*, nur Seitenr. meist wenig gebogen oder schwach unduliert; reihenweise Anordnung undeutlicher. Hyp. 3 sch., die 3. Schicht nicht kontinuierlich. Palg. 2—4 sch., Wandungen meist gefältelt. Höhe der Z. etwas gleichmäßiger; Venen eingebettet. Drusen bisweilen auch in Hypodermzellen. Im übrigen wie bei *C. barbara*.

Ebenso verhält sich

C. capensis L.

Krauß; Hb. *Zuccarinii*. C. b. sp.,

nur sind Drusen reichlicher, auch in Z. des Schwg., in Hypz. bisweilen 0,039 mm große. Nerven und Venen durchgehend.

Ähnlich verhält sich

C. capensis L. var. *β Colpoon* Sonder.

sub: *C. Colpoon* Thunb.

Eckl. et Z. No. 987. C. b. sp.,

nur sind die Ränder der Epz. von der Fläche gesehen meist schwach unduliert, obers. in den Buchten Randtüpfel; Außenw. beiders. etwas gebogen. Sp.-Öff. etwa 30 auf 1 qmm, meist mit paral-

lelen Nebenz. Hyp. obers. 1 sch., über den Nerven eine 2. Schicht angedeutet, unters. ebenfalls an den Nerven Hyp. angedeutet. Z. des Assg. ziemlich starkwandig, besonders die des Schwg. Palg. 2—3 sch. Z. ziemlich lang und schmal, geradwandig, ohne Querteilung. Nerven eingebettet; Skf.-Gruppen beiderseits sichelförmig. Kollg. nicht vorhanden. Drusen nicht in Hypz., aber in Z. der obersten Palr. Körperchen reichlich, besonders in den Palz., ziemlich groß, rundlich oder gestreckt, doppeltbrechend.

C. scandens Eckl.
Eckl. et Z. No. 989. C. b. sp.

Bld. 0,5 mm. Epz. klein bis mittelgroß, polyg. 4—5 seitig; Seitenr. sehr stark; obers. gerade, unters. schwach gebogen oder gebuchtet, getüpfelt; Z. auf Quersch. 0,033 mm hoch; häufig höher wie bt.; Außenw. sehr stark, gerade; Seitenw. keilförmig; Innenw. ziemlich dünn, Lumen annähernd quadratisch oder rechteckig, oft höher wie bt. Sp.-Öff. kreisrund und ziemlich klein (0,026 mm im Durchm.): etwa 30 auf 1 qmm; Nachbarz. meist größer wie die übrigen Epz.; bisweilen parallele Nebenz.; Schließz. auf Quersch. sehr niedrig, auf gleichem Niveau wie die starke Außenw. der Nachbarz. gelegen. Hyp. nur oberhalb der größeren Nerven angedeutet. Palg. 2—3 sch. Z. ziemlich kurz und breit, in der obersten Pal.-Schicht bisweilen hypodermartig verkürzt; Wandungen gerade oder gefältelt; bisweilen Querteilung. Schwg. 6—8 sch.; enggebaut; Z. in den beiden untersten Schichten etwas höher wie breit. Nerv. eingebettet; oberhalb derselben eine kuppenförmige, unterhalb eine sichelförmige Gruppe locker aneinandergefügter Skf. Drusen zumeist an den Nerven. Körperchen nicht vorhanden; Gerbst. reichlich im Assg. und Bast.

Mystroxylon Eckl. et Z.

Bld. zwischen 0,35 und 0,5 mm. Epz. klein bis mittelgroß, polyg., geradwandig; auf Querschn. ziemlich hoch; daher Z. häufig höher wie breit. Außenw. sehr stark, doppelschichtig. Kut. rauh und rissig. Sp.-Öff. nur unters., ziemlich groß; Vorhof weit, oval oder rechteckig; parallele Nebenz. nicht vorhanden; meist von einer größeren Anzahl ziemlich kleiner Nachbarz. eingefaßt. Kutl. auf dem Querschn. deutlich hörnchenartig. Haare äußerst spärlich. kontinuierliches Hyp. selten, meist nur über den Nerven. Rippen nicht vorspringend. Nerven eingebettet; Sk. in beiders. offener Scheide vorhanden, Koll. fehlt; bei einer Art (*M. eucleaeforme*) hauptsächlich an der Stelle des Hartbastes zahlreiche Kschl. Kr. gewöhnlich in Form unregelmäßig ausgebildeter Drusen; öfters auch Kristallsand, seltener Einzelkr. Körperchen häufig in Epz. und den Z. des Assg.; selten doppeltbrechend. Gerbst. meist reichlich im Assg. und Weichbast.

M. confertiflorum Tul.
Hb. Zuccarinii. C. b. sp.

Bld. 0,35 mm. Epz. mittelgroß (0,026 mm), annähernd isodiametrisch, polyg., mit geraden, seltener schwach gebogenen, starken Seitenr.; Innenw. nur über den Hypodermz. getüpfelt; Z. auf Querschn. 0,033 mm hoch, daher meist höher wie breit; Außenw. ziemlich kräftig, obers. wenig, unters. bedeutend gebogen, undeutlich doppelschichtig; Seitenw. gebogen oder gefaltet, fein getüpfelt, nicht stärßer wie Innenw. Kut. rissig. Sp.-Öff. etwa 50 auf 1 qmm; ziemlich groß (0,035 mm lang und 0,026 mm breit), bisweilen etwas tiefer liegend; Vorhof von der Fläche gesehen, fast rechteckig; Sp.-Öff. von einer größeren Zahl (bis zu 10) Epz. umstellt, die kleiner und namentlich schmäler wie die übrigen Epz. sind; parallele Nebenz. nicht vorhanden; vom Querschn. gesehen Kutl. kräftig, deutlich hörnchenartig; Nachbarz. greifen über die Schließz. Haare spärlich und nur an der Mittelrippe in Form kurzer, einzelliger, borstenförmiger Papillen. Hyp. obers. stellenweise 1 sch., namentlich über den Nerven; Z. von der Fläche gesehen, etwa doppelt so groß wie die Epz.; Seitenr. meist etwas gebogen; auf Querschn. etwa gleich hoch wie die Epz.; Wandungen nicht sehr kräftig; Tüpfelung nur an ihrer Außenw. bemerkt; Lumen oval. Palg. 2—3 sch.; Z. der einzelnen Schichten von ungleicher Höhe; die das Hyp. unterbrechenden verhältnismäßig kurz und breit, sonst lang und ebenfalls nicht sehr schmal, Wand. gerade oder fein gefältelt; Querteilung selten. Schwg. 6 sch.; Z. rundlich, ziemlich klein; Interzellularräume äußerst geringfügig. Nerv. eingebettet, obers. infolge einer mächtigen Skf.-Gruppe fast bis an das Hyp. reichend. Hartbast halbkreisförmig. Die Fasern besitzen teils enges, teils weites Lumen bei bedeutendem Querdurchm.; etwas locker aneinandergefügt. Kr. meist Drusen, nicht sehr regelmäßig ausgebildet, öfters auch Krs.; hauptsächlich in den Palz., nicht im Baste. Körperchen reichlich in Weichbastzellen, hellglänzend, nicht doppeltbrechend. Gerbst. in den meisten Z. des Assg., Hyp. und Weichbastes.

Ebenso verhält sich

M. confertiflorum Tul.
sub: *M. athranthum* Eckl.
Eckl. Nr. 973. C. b. sp.

Nur sind die Wand. der Palz. gleichmäßig fein gefältelt; Z. der untersten 2 Schwg.-Schichten mindestens doppelt so hoch als breit; Drusen selten und nur an Nerven.

Desgleichen:

M. confertiflorum Tul.
sub: *M. sessiliflorum* Eckl.
Eckl. Nr. 975. C. b. sp.,

nur sind die Außenw. der Epz. deutlich 2 schichtig, Seitenw. fast gerade; Hyp. nur aus wenigen Zellen bestehend; Schwg. wie

bei *M. athranthum*; Körperchen auch in Epz. und Assg., vakuolige, rundliche Massen namentlich in den Nachbarz. der Sp.-Öff.

Desgleichen:

M. confertiflorum Tul.
sub: *M. spilocarpum* Eckl.
Eckl. Nr. 974. C. b. sp.,

nur Hyp. fehlend; Haare bisweilen auch in der Blattfläche der Unters. angetroffen: dieselben gewöhnlich einzellig, manchmal 2—3 zellig; an ihrer Basis von 8—10 Epz. annähernd rosettenförmig umstellt.

Desgleichen:

M. confertiflorum Tul.
sub: *M. sphaerophyllum* Eckl.
Eckl. Nr. 976. C. b. sp.,

nur Epz. annähernd ebenso hoch als breit; Außenw. gerade, deutlich 2 sch. Kr. sehr zahlreich; neben Drusen auch häufig Einzelkr. mit und ohne Durchbohrung, sowie Krs. In Epz. und Z. des Assg. krumöse Massen.

M. eucleaeforme Eckl. et Z.
Eckl. Nr. 972. C. b. sp.

Bld. 0,45 mm. Epz. wie *M. confertiflorum*, nur Seitenr. auf Flächenschn., ferner obers. Außenw. und Seitenw. auf Querschn. gerade, unters. Außenw. gebogen. Sp.-Öff. etwa 25 auf 1 qmm; häufig etwas vorstehend; äußerer Vorhof von der Fläche gesehen, weit elliptisch; sonst wie vor. Haare und Hyp. nicht vorhanden. Palg. 2—3 sch.; Z. nicht sehr lang (0,047 mm) und ziemlich schmal; Wandungen gerade; bisweilen Querteilung; Schwg. 10 sch.; Z. rundlich oder querrechteckig, besitzen stärkere Wandungen wie die Palz. und schließen weite Maschenräume ein. Nerv. klein, kreisrund, eingebettet. Sk. in kleiner Gruppe über dem Holzteil; Hartbast gar nicht vorhanden, oder an dessen Stelle nur 1—2 Skf. ausgebildet, dagegen reichlich Ktschl.; solche finden sich, wenn auch äußerst selten, mitten im Assg. Das Blatt „spinnt". Kr. in Form kleiner und mittelgroßer Drusen in den Z. des Assg. mit Ausnahme der obersten Pal.-Schicht und der Umgebung der Nerven; mitunter auch Krs.; im Weichbaste Einzelkr. Gelbliche, rundliche, nicht doppeltbrechende Körperchen in den Epz., besonders den Nachbarz. der Sp.-Öff.; im Assg. reichlich Stärkekörner. Gerbst. wenig in den o. Epz., reichlicher in den Palz.; auch im Baste.

Ebenso verhält sich

M. eucleaeforme E. et Z.
sub: *M. oligocarpum* Eckl.
Eckl. Nr. 971. C. b. sp.;

nur sind in den Mphz. Drusen nicht vorhanden, auch im Weichbast Einzelkr. sehr selten. Irgend welcher Zellinhalt

organischer Natur nicht vorhanden, außer Kautschuk in den Schläuchen.

M. Holstii Loes.
sub: *Cassine Holstii* Loes.
Holst Nr. 2960. Usambara.

Bld. 0,5 mm. Epz. ähnlich wie bei *M. confertiflorum*; nur auf der Fläche klein bis mittelgroß (etwa 0,02 mm Flächendurchm.); Außenw. stark, obers. gerade, unters. gebogen; Seiten- und Innenw. schwach, erstere meist gebogen. Sp.-Öff. etwa 40 auf 1 qmm; meist etwas vorstehend, sonst wie bei *M. confertiflorum*. Haare nicht vorhanden. Hyp. obers. 1 sch., nicht kontinuierlich, unters. nur an den Nerven 1—2 sch. Palg. 3 sch.; Schichtung höchst ungleichmäßig; Z. im allgemeinen sehr lang (0.05—0,08 mm) und schmal (0,013—0,018 mm); Wand. gefaltet; bisweilen Querteilung; Schwg. 6 sch., eng gebaut; Z. der untersten 3 Schichten palisadenartig gestreckt und bisweilen quergeteilt; die der übrigen Schichten stark in die Quere gestreckt; alle Zellen besitzen gefaltete Wand. Nerv. eingebettet, kreisrund; ober- und unters. sichelförmige, lockere Gruppen von Skf. Kr. zahlreich in Form schöner, morgensternartiger Drusen von kleiner bis mittlerer Größe, besonders nahe der u. Ep,; Einzelkr. selten; im Weichbast keine Kr. Kleine Körperchen in den Epz., den Z. des Assg. und des Bastes; in den Palz. daneben noch große runde, weißglänzende oder gelbliche vakuolige Körper nicht doppeltbrechend[1]). Gerbst. in geringer Menge in den Epz., reichlicher in den Palz. und dem Bast- und Holzparenchym.

M. pubescens Eckl.
Eckl. Nr. 977. C. b. sp.

Bld. 0,45 mm. Epz. mittelgroß, meist nach einer Flächendimension gestreckt, polyg., geradwandig; auf Querschn. obers. 0,026 mm hoch, bisweilen höher wie breit, unters. jedoch 0,03 mm hoch, also meist höher wie breit; Außenw. sehr stark, obers. gerade, unters. gebogen; Seiten- und Innenw. stark, erstere gerade; Lumen rechteckig, obers. meist breiter wie hoch, unters. umgekehrt. Sp.-Öff. meist etwas tiefer liegend; sonst wie bei *M. confertiflorum*. Haare selten; in Form kürzerer oder längerer, einzelliger Papillen, an der Basis von Epz. rosettenartig umkränzt. Hyp. obers. 2 sch., an Nerven bisweilen 3 sch.; unters. stellenweise, namentlich an Nerven 1 sch.; Z. auf dem Flächenschnitt ziemlich groß (etwa 0,043 mm), polyg.; Seitenr. stark, gerade; Z. auf Querschn. höher wie die Epz.; Wandungen fein getüpfelt; Lumen quadratisch oder rechteckig. Mphg. sehr eng gebaut; Palg. 3—4 sch.; Z. verhältnismäßig kurz (0,033 mm)

[1]) Durch Alkohol werden die Vakuolen blasig aufgetrieben, dann findet ein Schrumpfen des Körpers statt unter Neubildung zahlreicher kleiner Vakuolen, sodaß die Körperchen ein körniges Aussehen bekommen, und endlich tritt Lösung ein.

und schmal, Wandungen gefältelt; bisweilen Querteilung; Schwg. 8sch.; Z. rundlich oder unregelmäßig; in den unteren Schichten wenig höher wie breit. Nerv. eingebettet; Sk. obers. in vielzelliger, lockerer, unters. in schmaler, sichelförmiger Gruppe. Kr. ziemlich reichlich in Form morgensternartiger Drusen, bisweilen Krs., überall im Assg., nicht jedoch in Hyp.- und Bastzellen. Krumöse Massen oder kleine spindelförmige Körper, bisweilen doppelt brechend, in den Epz.; in den Mphz. fettglänzende, vakuolige, nicht doppeltbrechende Körperchen. Gerbst. nur im Holz- und Bastparenchym.

Ähnlich verhält sich

M. sphaerophyllum E. et Z. var. *β litorale* Harv. et Sond.
sub: *M. Kubu* Eckl.
Eckl. Nr. 978. C. b. sp.

nur ist obers. Hyp. 2sch., die 2. Schicht bisweilen durch Palz. unterbrochen; unters. an den größeren Nerven 2—3sch.; Z. auf dem Querschn. nicht höher wie die Epz. Haare fehlen. Palg. 2—3sch.; Z. lang (0,078 mm); in der unterbrochenen 2. Hyp.-Schicht bisweilen hypodermartig verdickt und breiter wie sonst; Wandungen gerade. Körperchen in den Epz. nicht vorhanden. Gerbst. reichlich in den Z. des Assg. und des Holz- und Bastparenchyms.

Maurocenia L.

M. frangularia Mill.
sub: *Cassine Maurocenia* L.
Hb. Schwaegrichen.

Bld. 0,85 mm. Epz. klein bis mittelgroß (0,013—0,026 mm), polyg.; Seitenr. stark, gerade, fein getüpfelt; auf Querschn. 0,026 mm hoch, zumeist höher wie breit; Außenw. sehr stark, obers. gerade, unters. gebogen; Seitenw. stark, keilförmig, gerade oder gebogen; Innenw. kräftig; Lumen sehr eingeengt, umgekehrt keilförmig, höher wie breit. Sp.-Öff. etwa 70 auf 1 qmm, kreisrund; Vorhof von außen gesehen rund oder viereckig. Sp.-Öff. meist von 3—4 Epz. umstellt; bisweilen auch einzelne parallele Nebenz. vorhanden; Kutl. auf Querschn. gerade, nicht hörnchenartig. Haare nicht vorhanden. Hyp. nur obers. 2 bis 4sch.; Schichtung höchst unregelmäßig infolge der sehr verschiedenen Form und Größe aller Zellen; dieselben auf Querschn. rundlich oder oval, nach der Breite oder Höhe gestreckt. Bisweilen vermittelst einer horizontalen, hier und da auch einer schiefen Wand quergeteilt; drusenhaltige Hypz. auf dem Querschn. zuweilen von anderen Hypz. rosettenartig umstellt. Palg. 2—3sch.; Z. sehr ungleich lang (bisweilen 0,07 mm) und sehr schmal; Wand. gerade; bisweilen Querteilung; nächst dem Hypg. bisweilen hypodermartig verdickt. Schwg. 12—14sch.; Z. oval, in den mittleren Schichten dickwandig. Nerven eingebettet,

im Verhältnis zum Blattquerschn. klein (0,3 : 0,85 mm); obers. wenigzellige, unters. mächtige halbkreisförmige, lockere Gruppe von Skf. Isolierte Skz. oder Spikularfasern nicht beobachtet. Kr. ziemlich zahlreich, gewöhnlich in Form von Drusen, bisweilen auch von durchbohrten Einzelkr. und von Krs.; in Hypz. hier und da große Drusen vom Durchm. 0,034 mm; nicht vorhanden im Weichbast. Kleine gelbliche Körperchen ziemlich zahlreich in der Ep. und in Mphz.; nicht doppeltbrechend. Gerbst. im Schwg. und Bast.

Von meinem Befunde weichen die Diagnosen Stenzels in folgenden Punkten ab:

Epz. breiter als hoch; Außenw. beiderseits eben; Hyp. 2—3 sch.; Zellen viel größer als die Epz., Wände stark; Spikularfasern im Palg. nicht zahlreich, weitlumig, ziemlich kurz.

Hartogia Thunb.

H. capensis Thb.

Eckl. Nr. 980. C. p. sp.

Bld. 0,45 mm. Epz. gut mittelgroß (0,039 mm), polyg.; Seitenr. nicht sehr stark, gerade, ungetüpfelt; Z. auf Querschn. 0,033 mm hoch, also etwa gleich hoch wie breit; Außenw. sehr stark, gerade; Seitenw. obers. gerade, unters. häufig etwas gebogen, etwas kräftiger wie die Innenw.; Lumen weit oval oder querrechteckig. Sp.-Öff. etwa 30 auf 1 qmm, rundlich; Außenspalt sehr klein, elliptisch; Außenw. der Schließz. und häufig auch die der Nachbarz. getüpfelt. Nachbarz. meist in der 3-Zahl, parallele Nebenz. selten. Auf Querschn.: Kutl. gerade (nicht hörnchenartig); die Schließz. — halb so hoch wie die Nachbarz. — liegen auf gleichem Niveau wie die starke Außenw. der letzteren. Haare und Hyp. nicht vorhanden. Palg. 3 sch.; Z. lang (0,08 mm) und schmal: Wand. oft gefältelt; öfters Querteilung; Schwg. 6—8 sch., sehr locker gebaut; Z. groß, rundlich, sehr starkwandig, häufig getüpfelt. Nerv. eingebettet, verhältnismäßig klein (0,2 : 0,45 mm Blattdicke); Sk. locker gebaut, in zwei schmalen, halbkreisförmigen Gruppen: Querdurchm. der Fasern bedeutend; Querschn. rund. Kr. nur Drusen; nicht sehr häufig, und zwar an den Nerven und im Baste. Körnige oder krumöse, glänzende Körper in den Epz. und den Palz.: in letzterem Falle häufig doppeltbrechend. Gerbst. reichlich im Assg.

Ähnlich verhält sich

H. capensis Thunb. var. γ *multiflora* Harv. et Sond.

sub: *H. multiflora* E. et Z. No. 981. C. b. sp.

nur sind die Seitenw. der beiders. Epz. gebogen oder gefaltet; Palg. viel kürzer (0,033 mm); Seitenw. gefaltet. Z. der untersten Schwg.-Schicht etwas höher wie breit und bisweilen quergeteilt. Skf. auf Quersch. schmal, Lumen sehr weit; Wand. schwach.

Kr. überwiegend in Form von Drusen; daneben Einzelkr. mit und ohne Spalten, sowie Krs. Auch in den Epz. öfters scharfkantige, doppeltbrechende Körper.

Pleurostylia Wight et Arn.

Pl. Wightii W. et A.

Hb. Wight No. 451. Penins. Ind.

Bld. 0,26 mm. Epz. mittelgr., polyg.; Seitenr. ziemlich stark, gerade oder etwas gebogen; Z. auf Quersch. 0,026 mm hoch., Außenw. obers. meist sehr stark (0,013 mm), gerade, unterseits schwach gebogen; Seitenw. gerade, gleich der Innenw. ziemlich kräftig; Lumen quadratisch oder rechteckig, sehr ungleichmäßig hoch; daher Außenw. der Epz. ungleich stark. Sp.-Öff. etwa 50 auf 1 qmm; parallele Nebenz. selten; Nachbarz. jedoch mehr nach einer Flächenrichtung gestreckt wie die übrigen Epz. Außenspalt weit oval; Kutl. gerade, nicht hörnchenartig; Schließz. fast so hoch wie die Nachbarz. Haare nicht vorhanden. Hyp. nur auf der Blattunters. an den größeren Nerven durch einige Zellen angedeutet. Palg. 2—3 sch., locker gebaut; Z. gleichmäßig, kurz (0,04 mm); Wand. gerade oder gebogen; keine Querteilung; im Schwg. keine deutliche Schichtung; die an die u. Ep. anstoßenden Z. sehr ungleichmäßig hoch, oft palisadenartig gestreckt (bis zu 0,04 mm). Nerv. eingebettet, verhältnismäßig hoch und schmal; Sk. ober- und unterhalb der Nerven mächtig entwickelt; Fasern auf Quersch. rund, englumig. Kr. nur Einzelkr. mit und ohne Spalten; meist an den Nerven, auch im Weichbast. Kleine, unregelmäßige, nicht doppeltbrechende Körperchen in den Epz.; daneben bisweilen kleine, spindelförmige, doppeltbrechende Kriställchen organischer Natur [1]); in den Palz. große rundliche Körper neben doppeltbrechenden, glänzenden Körperchen. Gerbst. reichlich in den Z. des Assg. und des Weichbastes.

Davon unterscheidet sich in einigen Punkten die zu der eben besprochenen Art in Hook. Fl. of Brit. Ind. gezogene:

Pl. Heynii W. et A.

Hb. Wight No. 452. Penins. Ind. or.

Schichtung des Palg. höchst ungleichmäßig. Schwg. deutlich 7 sch.; Z. der untersten Schicht selten höher wie bt. Kr. äußerst zahlreich als Einzelkr. und Krs., häufig auch Drusen, nicht jedoch Einzelkr. mit Spalten; schichtenweise in niederen Zellreihen des Pal.- und Schwg., reichlich auch an Nerven und im Weichbast; Körperchen in den Z. des Assg. nicht vorhanden.

[1]) Mit H_2SO_4 keine Einwirkung; in Benzol tritt Lösung ein.

Lauridia E. et Z.

L. reticulata E. et Z.

Eckl. No. 968. C. b. sp.

Bld. 0,52 mm. Epz. gut mittelgr., (0,04 mm); Seitenr. obers. stark, unters. schwach gebuchtet, getüpfelt; in den ausgebuchteten Stellen undeutliche Randtüpfel; Innenw. ebenfalls getüpfelt; Z. auf Quersch. 0,02 mm hoch; Außenw. sehr stark (0,013 mm), gerade, deutlich 2 sch.; Seitenw. gerade, Innenw. kräftig; Lumen sehr niedrig und breit. Sp.-Öff. etwa 25 auf 1 qmm; rundlich; seitliche parallele Nebenz. häufig, bisweilen mehrere auf jeder Seite; auch quere Nebenz. an den Enden der Schließz. Auf dem Quersch. Schließz. sehr niedrig, auf gleicher Höhe wie die Außenw. der Nachbarz. gelegen; Kutl. klein, gerade. Haare und Hyp. nicht vorhanden. Palg. 3 sch. Z. ungleichmäßig hoch (in der obersten Schicht meist 0,06 mm), Wand. gerade, bisweilen Querteil. Schwg. 8 sch., locker gebaut; Z. groß, rundlich. Nerv. eingebettet, verhältnismäßig hoch und schmal; Skf.-Gruppe obers. kuppenförmig, unters. sichelförmig, beiders. mächtig entwickelt, locker. Kr. als Drusen äußerst zahlreich an den Nerven, sonst selten, nicht im Baste. In den Palz. unregelmäßige, gelbliche, schwach doppeltbrechende Körper neben vakuoligen, nicht doppeltbrechenden Massen; letztere auch in vielen Z. der beiders. Ep., konstant in den Nachbarz. der Sp.-Öff. Gerbst. nicht vorhanden.

Gyminda Sarg.

G. Grisebachii Sarg.

Sintenis Pl. Portor. No. 3774. (determ. Urban).

Bld. 0,55 mm. Epz. gut mittelgr. (0,033 mm), polyg.; Seitenr. stark, mit breiten Tüpfeln; zahlreiche große Randtüpfel auch in der Außenw. der Epz. Zahlreiche Krz. mit Einzelkr. in der beiders. Ep., meist nur halb so groß wie die übrigen Epz., einzeln oder zu kleineren Gruppen oder längeren Reihen angeordnet. Auf Quersch.: Epz. 0,02 mm hch.; Außenw. mäßig stark, gerade, fast gleich stark die Innenw.; etwas schwächer die Seitenw.; letztere gerade, getüpfelt; Lumen quadratisch oder querrechteckig; Krz. wie bei *Elaeodendron*. Sp.-Öff. etwa 20 auf 1 qmm; öfters seitliche parallele Nebenz. Außenspalt weit, oval. Auf Quersch. Schließz. halb so hoch wie die Nachbarz., auf gleicher Höhe wie die Außenw. der Nachbarz. gelegen; Kutl. deutlich hörnchenartig. Haare nicht vorhanden. Hyp. obers. parenchymatisch ausgebildet. Z. vom Flächensch. gesehen, polyg. mit geraden Seitenrändern, etwas größer wie die Epz.; auf dem Quersch. sehr ungleich hoch (0,02—0,04 mm). Palg. 3 sch.; locker gebaut; Schichtung undeutlich; Z. meist lang und breit (0,09 mm hch., 0,026 bt.); gewöhnlich einmalige Querteilung in ungleichen Abständen. Schwg. 5 sch.; Z. rundlich oder oval,

oft etwas höher als breit. Nerv. eingebettet; verhältnismäßig klein (0,2 : 0,55 mm). Sk. nur als Hartbast an den größeren Nerven ausgebildet, an den kleineren fehlend. Der Hartbast setzt sich zusammen aus dickwandigen, auf Quersch. runden, englumigen und unregelmäßig polyg., weitlumigen Skf., untermischt mit weitlumigen Parenchymz. Kr. in der beiders. Ep., namentlich der unterseitigen, reichlich als dipyramidale oder prismatische Einzelkr. oder Zwillinge, äußerst selten im Grundgewebe, häufig im Weichbaste. Hellglänzende Körperchen oder größere, unregelmäßige Massen, doppeltbrechend, häufig in Z. des Assg. Diese Körper sind öfters, wenn vom Schnitte getroffen, zu einer fadenartigen Spitze ausgezogen. Gerbst. in einigen Schichten des Assg.

Folgende Pflanzen[1]) verhalten sich der *Gym. Grisebachii* anatomisch gleich:

Sintenis Pl. Portoric. No. 532.
Eggers Pl. Ind. occ. No. 2591. (St. Domingo).
Curtiss Pl. Am. sept. No. 477. (Florida).
Curtiss Pl. Am. sept. No. 478. (Florida).

Myginda Jacq.

Blätter meist klein und dünn (0,2 mm). Epz. gewöhnlich groß bis sehr groß (0,04—0,09 mm), polyg.; Seitenr. gerade, selten schwach gebogen; Außenw. sehr stark, doppelschichtig. Zellen breiter wie hoch. Sp.-Öff. mehrmals auf beiden Blattseiten, meist etwas hervorragend. Öfters parallele Nebenz. Die Nachbarzellen enthalten meist kleine, fettglänzende Körperchen; Kutl. auf Quersch. nur wenig gebogen, nicht hörnchenartig; Schließz. ziemlich breit und so hoch wie die Nachbarz.. Haare selten, nie auf der Blattobers., meist nur am Hauptnerv; einzellig, einarmig, bei einer Art bisweilen zweiarmig. Hyp. meist 1 sch., Z. ungleichmäßig hoch und parenchymatisch ausgebildet. Blattbau meist deutlich, in einem Falle undeutlich bifazial. Palg. 2—3 sch.; Z. ungleich, meist kurz; Schwg. 5—8 sch. Rippen nicht vorspringend; Nerven eingebettet, nur von Hartbast begleitet; Parenchymscheide deutlich, bisweilen an Nervenleitbündeln erweiterte Endtracheiden angetroffen. Kr. nur im Blattinnern, überwiegend als Drusen, selten Einzelkr. Die Drusen schön ausgebildet, ziemlich groß (0,026—0,033 mm Durchm.) Klumpenförmige Körper, doppeltbrechend, öfters im Assg.; nicht doppeltbrechender, körniger Inhalt häufig in Epz., besonders den Nachbarz. der Sp.-Öff. Gerbst. gewöhnlich vorhanden, öfters in besonderen Palz.

In dieser Zusammenfassung wurde von *Myginda (?) microphylla* DC. Bertero abgesehen, da diese Pflanze vom Autor un-

[1]) Ich führe die Namen derselben deshalb nicht an, weil sie offenbar unrichtig bestimmt sind.

richtigerweise, wenn auch nur fragweise zur Gattung *Myginda* gebracht wurde und vielmehr nach der Untersuchung des Herrn Prof. Dr. Neger zu den *Verbenaceen*, Gattung *Citharexylon*, gehört. Stenzel hat die Pflanze s. Zt. untersucht und sie unter *Myginda* belassen. Nach seinem von mir als richtig erkannten Befunde lag aber die Vermutung nahe, daß die Pflanze keine *Celastrinee* sei, wie ja auch die weitere Untersuchung ergab.

M. disticha Hook. f.

Neger, Chile.

Bld. 0.4 mm. Epz. ziemlich groß bis sehr groß (meist 0.05 mm), polyg.; Seitenr. stark, gerade, schwach getüpfelt. Auf Quersch. Z. 0.035 mm hch., also breiter wie hoch; Außenw. stark, obers. gerade, unters. wenig gebogen, deutlich zweischichtig; Seitenw. gerade, fein getüpfelt; Lumen quadratisch oder querrechteckig. Sp.-Öff. nur unters., etwa 50 auf 1 qmm; ganz wenig vorstehend; fast kreisrund; parallele Nebenz. selten, meist von einer größeren Anzahl etwas kleineren Epz. unregelmäßig umstellt; dieselben enthalten häufig körnige Substanz; Außenspalt klein. Auf Quersch. äußere Kutl. schwach hörnchenartig; Schließz. breit und fast so hoch wie die Nachbarz. Haare und Hyp. nicht vorhanden. Mphg. starkwandig; Palg. 2 sch.; Z. annähernd gleich lang (0,08 mm) und ziemlich breit (0,026 mm) Wand. gerade, öfters Querteil. Schwg. 6—8 sch.; Z. rundlich oder unregelmäßig, weite Interzellularen einschließend. Nerv. [1]) eingebettet; verhältnismäßig klein (0,11 : 0,4 mm Bld.); Sk. nur in 1—3 rundlichen, dickwandigen Fasern unterhalb des Weichbastes; Parenchymsch. aus großen Zellen gebildet. Kr. nur als Drusen hauptsächlich in den zentralen Partien des Blattquersch. und an Nerven, nicht im Weichbast; klein bis mittelgroß. Zellinhalts-Körperchen selten, reichlich Stärkekörner. Gerbst. hauptsächlich im Palg.

M. Gaumeri Loes.

Gaumer, Pl. Yucatan No. 1049.

Bld. 0,19 mm. Epz. ziemlich groß (meist 0,046 mm); Seitenr. gerade, schwach; Z. 0,033 mm hch.; Außenw. sehr stark (0,013 mm), schwach gebogen; deutlich 2 sch., kutikularisierte Schicht gering; Seitenw. ziemlich schwach, gerade oder wenig gebogen, ungetüpfelt; Innenw. schwach; Lumen weit, queroval; Sp.-Öff. etwa 70 auf 1 qmm; ziemlich klein (0,02 : 0,018 mm); parallele Nebenz. ziemlich häufig; Nachbarz. leer. Haare am Hauptnerv der Blattunters. selten, reichlich am Blattstiel in Form schmaler, langer (0,25 mm), spitzer, dickw. Papillen mit warzig

[1]) Infolge der Kleinheit des Blattes wurde der Schnitt durch den Hauptnerv geführt.

verdickter Kutikula. Hyp. 1 sch.; Z. rundlich, klein, sehr dünnwandig. Typisches Palg. nicht ausgebildet; statt dessen 2 bis 3 Schichten rundlicher oder ovaler, niedriger, nur stellenweise wenig höher wie breiter Zellen (0,026 mm hch. und 0,02 mm breit); keine Querteilung; Schwg. 5—6 sch., Z. klein, rundlich oder queroval, eng zusammenschließend, Nerven eingebettet; Hartbast mächtig entwickelt; Fasern dicht gedrängt, ziemlich dünn, aber dickwandig, daher Lumen äußerst gering. Parenchymscheide aus schmalen Z. bestehend; Gfb. sehr klein. Kr. überwiegend als Drusen, selten Einzelkr., gleichmäßig verteilt in allen Schichten des Mph. (auch im Weichbast). In den zentralen Schichten bisweilen größere, kreisrunde Z. gelagert mit einer größeren Druse (0,028 mm). Körperchen nicht vorhanden. Gerbst. in einigen Palz.

M. ilicifolia Lam.

Bertero; St. Domingo.

Bld. 0,22 mm. Epz. groß bis sehr groß (0,04—0,093 mm), nach einer Flächenrichtung bedeutend gestreckt, polyg.; Seitenr. gerade oder wenig gebogen, ziemlich schwach, stark getüpfelt; Z. auf Quersch. 0,028 mm hch.; Außenw. deutlich 2 sch., stark gebogen; Seiten- und Innenw. schwach; Lumen weit oval. Sp.-Öff. beiders.; obers. etwa 20, unters. etwa 50 auf 1 qmm; ziemlich klein. meist etwas vorstehend; häufig parallele Nebenz., öfters auch von einfachem oder doppeltem Ring kleiner Epz. umstellt. Haare nicht sehr reichlich auf der Blattunters., kurz, einzellig, einarmig, bisweilen zweiarmig, spitz. Hyp. 1 sch., parenchymatisch ausgebildet; Z. öfters höher wie bt. Palg. 2 bis 3 sch.; Z. kurz, übrigens unterschiedlich in Größe und Form; die typischen Palz. sehr schmal; in zweiter Reihe Gerbstoff führend, oval, wenig höher wie breit (0,04 : 0,033 mm); Schwg. 4 sch.; Z. groß, rundlich oder queroval; Maschenräume sehr klein. Rippen obers. ganz wenig vorstehend. Nerv. und Kr. wie bei *M. Gaumeri.* Einzelkr. etwas häufiger. Körper ziemlich groß, unregelmäßig, nicht doppeltbrechend in vielen Z. des Assg. Gerbst. in Hypz., den oben beschriebenen Palz. und den Z. der Parenchymscheide.

Stenzel nimmt ausschließlich Drusen im Blatt an, ferner beiders. ebene Außenw. der Epz., endlich 3—4 sch. Palg.

Myginda Rhacoma Sw.

Sintenis, Pl. Portor. No. 1014. Determ. Urban.

Bld. 0,38 mm. Epz. mittelgr. bis groß (0,026—0,047 mm), polyg., geradrandig; auf Quersch. 0,026 mm hch.; Außenw. stark, wenig gebogen, deutlich 2 sch.; Seitenw. kräftig, keilförmig, bisweilen getüpfelt; Innenw. stark; Lumen queroval. Sp.-Öff. obers. spärlich, unters. etwa 30 auf 1 qmm; sonst wie bei *M. disticha.* Haare nicht vorhanden. Hyp. 1 sch., parenchymatisch ausge-

bildet; Z. ungleich hoch, öfters höher wie bt.; Wandungen aller Mphz. gefaltet, gebuchtet oder verzerrt; Palg. 2—3 sch.; Z. ziemlich kurz und schmal; Gerbstoffz. wie bei *M. ilicifolia.* Schwg. 5—6 sch.; eng gebaut; Z. der beiden untersten Schichten häufig etwas höher wie bt. Nerv. klein, eingebettet; Hartbast in wenigzelliger, halbkreisförmiger, lockerer Gruppe; Fasern auf Quersch. sehr dickwandig und bt. (0,026 mm Querdurchm.). Drusen gut mittelgr., nur in den beiders. an die Ep. grenzenden Z.-Schichten; kleine Drusen im Bast. Glänzende, nicht doppeltbrechende Körperchen in Epz., selten in Grundgewebszellen. Gerbst. in besonderen Palz. und einigen Z. des Schwg.

Dieser Pflanze verhalten sich anatomisch gleich:

Sintenis Pl. Portoric. No. 639.
Eggers No. 171, S. Thomas
Eggers No. 4438, S. Thomas.[1]

Ähnlich verhält sich auch

M. rotundata Lam.
Sintenis, Pl. Portor. No. 639 c.,

nur sind die Epz. klein bis groß (0,013—0,05 mm); Lumen der kleineren Z. auf dem Flächensch. infolge starker Zelluloseverdickung der Seitenr. oft sehr eingeengt. Lange, schmale, spitze in verschiedener Weise peitschenförmig gebogene Haare äußerst spärlich, nur am Hauptnerv der Blattunters.; Parenchymatisches Hyp. oberseits nur stellenweise.

Fraunhofera Mart.

F. multiflora Mart.
Martii iter brasil.

Bld. 0,21 mm. Epz. ziemlich groß (0,04 mm), meist nach einer Flächendimension gestreckt, polyg., mit geraden, gebogenen oder schwach gebuchteten Seitenr.; diese ziemlich schwach, undeutlich getüpfelt; Z. auf Quersch. ziemlich niedrig (0,015 mm); Außenw. stark, etwas gebogen, Seitenw. gerade, gleich der Innenwand kräftig; Epz., besonders über den Nerven, öfters papillenartig erhöht. Sp.-Öff. obers. über den Nerven spärlich, unters. etwa 80 auf 1 qmm; an Größe obers. sehr ungleich, unters. meist klein; ganz wenig vorstehend, meist von einer größeren Anzahl von Epz. umgeben, die öfters merklich kleiner wie die übrigen Epz. sind. Haare beiders., über den Nerven zahlreich; neben kurzen Papillen oft 0,35 mm lange, spitze Haare; letztere bisweilen durch dünne Querwände mehrzellig; Basalwandung stark getüpfelt, von 6—12 Epz. rosettenartig umstellt. Hyp. nicht

[1]) Ich lasse auch hier absichtlich die Namen, unter denen diese Pflanzen im Herbar zu finden sind, weg, weil sie äußerst unsicher erscheinen. Das wird wohl damit zusammenhängen, daß, wie Loesener hervorhebt, die Gattung noch nicht allgemein geklärt ist und noch einer genaueren Durchsicht bedarf.

vorhanden. Neigung zum zentrischen Blattbau; typ. Palg. 2 bis 3sch.; Z. nicht sehr lang, aber sehr schmal; Wand. gerade, bisweilen Querteil.; Schwg. 3sch.: Z. von höchst unregelmäßiger Form; häufig höher wie bt.; Rippen obers. spitz, unters. stumpf vorspringend. Gfb. sowie ober- und unters. Sk. mächtig entwickelt; Nerven und Venen vermittelst weitlumiger, nicht sehr dickwandiger Kollz. durchgehend. Parenchymscheide deutlich, aus langen, schmalen Z. bestehend. Kr. nur an Nerven, spärlich, in Form stabförmiger Einzelkr. Rundliche oder gestreckte, doppeltbrechende Körper in den Z. der 2. Palsch.. Gerbst. spärlich im Baste und in Palz.[1]).

Mortonia Gray.

M Gregii A. Gray.

Pringle, Pl. Mex. No. 3115.

Bld. 0,7 mm. Ränder des nadelförmigen Blattes etwas nach abwärts gebogen; obere Außenfläche des Blattes etwas gewölbt. Epz. mittelgroß bis groß; undeutlich polyg.; Seitenr. stark, meist gebogen; die Außenwand durchsetzt mit kreuz- und quer-, der Hauptsache nach in der Richtung des Hauptnerven verlaufenden, langen, verzweigten oder unverzweigten Tüpfelkanälen, deren äußere Enden stets über Seitenrändern zu liegen kommen; auf dem Blattquersch. meist quer getroffen. Höhe der Epz. 0,067 mm, also palisadenartig gestreckt: Außenw. sehr stark, etwas nach außen gebogen; Seitenw. keilförmig, gerade oder gebogen, schwach getüpfelt, etwas schwächer wie Innenw.; Lumen viel höher als breit. Sp.-Öff. rings um das Blatt, etwa 15 auf 1 qmm; etwas vorstehend; groß (0,05 mm lg. und 0,039 mm bt.), meist von 8—10 kleinen Epz. umstellt; Vorhof, von außen gesehen, weit oval; Schließz. auf Quersch. halb so hoch wie die Nachbarz., die meist einen kugeligen, vakuoligen Körper bergen. Außenw. der Nachbarz. schwächer; Kutl. deutlich hörnchenartig; gleichmäßig tief (0,11 mm) in das Mphg. eindringende elliptische Atemhöhlen. Haare und Hyp. nicht vorhanden. Blattbau zentrisch; rings geschlossenes Palg., Schichtung desselben nicht erkennbar, weil Z. sehr ungleichmäßig hoch; im allgemeinen ziemlich lang und schmal, 2—3mal quergeteilt; Wand. gerade; das Zentrum des Blattinnern füllen schwach kollenchymatisch verdickte, meist getüpfelte Zellen aus. Seitlich der Nerven, namentlich innerhalb der abwärts gebogenen Blattränder finden sich große, 0,25 mm breite, runde, in Richtung des Hauptnerven verlaufende Sekretgänge. Die Epithelzellen derselben sind schmal, starkwandig, ungetüpfelt. Öfters ragt eine Epithelzelle in den Raum hinein, häufiger abgerissene Wandungen von solchen, weshalb die Gänge

[1]) Stenzel gibt abweichend von meinem Befunde beiders. gerade Außenw. der Epz. an, ferner ausschließlich unters. Vorkommen von Sp.-Öff., bifazialen Blattbau, endlich 2sch. Palg.

auf lysigenem Wege entstanden sein dürfen. Stenzel hält diese Gänge für Luftlücken: in ungebleichten Schnitten wird aber ein fester, zerklüfteter, gelblicher Inhalt angetroffen, der stark doppelt bricht, sich in Alkohol im Moment der Einwirkung löst und durch Javellesche Lauge sofort zerstört wird. Jod bewirkt keine Veränderung. Hauptnerven sehr klein (Höhe 0,11 mm : 0,7 Bld.), kreisrund, von einer doppelten Scheide dickwandiger, getüpfelter Zellen umgeben; Sk. nur am Hauptnerv und zwar als Hartbast, in kleiner, locker gebauter Gruppe; Skf. dünn. Kr. äußerst zahlreich in Form von Einzelkr. und Drusen. bisweilen auch Krs. mit Vorliebe nächst der Ep. gelegen; nicht im Weichbast; häufig vom Durchmesser 0,04 mm. Körperchen reichlich in den Palz. und im Baste; klein, hellglänzend, nur bisweilen doppeltbrechend. Gerbst. nicht vorhanden.

Ebenso verhält sich

M. Gregii A. Gray.

Pringle, Pl. Mex. No. 2306;

nur sind die Wand. der Palz. gefaltet, Kr. weniger zahlreich und überwiegend in Form von Einzelkr. Körperchen sehr selten.

Glossopetalum A. Gray.

G. spinescens A. Gray.

Diagnosen nach Stenzel: Epz. breiter als hoch; Außenw. beiders. gebogen, schwach; Seitenw. beiders. stark gebogen; Blattbau bifazial; Sp.-Öff. beiders. zahlreich, tief eingesenkt und außerdem überwölbt; Palg. 2sch.; Gfb. im Hauptnerv ein flacher Bogen; Skf. nicht vorhanden; im Blatt nur Einzelkr., nadelförmig.

Schaefferia Jacq.

Sch. frutescens Jacq.

Sintenis, Pl. Portor. No. 606.

Bld. 0,32 mm. Epz. mittelgroß, annähernd isodiametrisch, polyg.; Seitenr. stark, gerade, obers. getüpfelt; Z. auf Quersch. wenig breiter wie hoch; Außenw. stark, gerade; Seitenw. gerade, gleich der Innenw. kräftig: Lumen queroval. Sp.-Öff. etwa 30 auf 1 qmm, in der Größe verschieden, meist klein. Bisweilen einzelne parallele Nebenz., diese meist geteilt; auf Quersch. deutlich schnabelförmiger Kutk.; Schließz. fast so hoch wie die Epz. Haare nicht vorhanden. Hyp. obers. 1sch.; Z., von der Fläche gesehen, unregelmäßig polyg., mit schwach gebogenen oder gebuchteten Seitenr.. auf Quersch. etwas höher und breiter wie die Epz.; Wandungen ziemlich schwach. Neigung zum zentrischen

Blattbau; Palg. 3—4sch.; Schichtung undeutlich; Z. nicht sehr lang und ziemlich bt., Wandungen meist gerade; häufig Querteilung; Schwg. 5—6sch.; Z. der untersten Schichten meist etwas höher wie bt., sonst rundlich. Nerv. eingebettet, jedoch vermittelst der mächtig entwickelten Skf.-Gruppen fast an die beiders. Ep. resp. Hyp. anstoßend. Der flach bogenförmige Hartbast 0,22 mm bt. und 0,11 mm hoch. Skf. von geringem Querdurchm., dickwandig; dieselben zweigen äußerst selten ganz kurz in das Grundgew. ab[1]); bisweilen erweiterte Endtracheiden an den Nervenleitbündeln beobachtet. Kr. ziemlich zahlreich, neben Einzelkr. überwiegend Drusen, mittelgroß; gleichmäßig im Blattinnern verteilt, auch im Hyp. und Weichbast. Körperchen häufig in den Nachbarz. der Sp.-Öff., weniger in andern Epz., nicht doppeltbrechend; überaus häufig jedoch große, doppeltbrechende Körper in den Mphz., öfters zu einer kurzen Spitze ausgezogen. Gerbst. nicht vorhanden.

Von der Tribus

Cassinioideae-Perrottetieae

sagt Stenzel: diese Tribus mit der einzigen Gattung ***Perrottetia*** HBK ist durch ihren anatomischen Bau so ausgezeichnet, daß sie mit keiner andern Celastreen-Gattung verwechselt werden kann.

Seine Diagnosen lauten: Blattbau bifazial; Sp.-Öff. nur auf der Blattunters.; Außenw. der Epz. beiders. eben, schwach; Seitenw. beiders. gerade, ungetüpfelt; Zellen teils breiter als hoch oder isodiametrisch, teils höher als breit; über den stärkeren Nerven divergieren sie fächerartig nach außen; die Gfb. der stärkeren Nebennerven stehen durch ein mehrschichtiges Hyp. mit der Ep. der Blattobers. in Verbindung; Epz. verschleimt; Gfb. im Hauptnerv hufeisenförmig; Sk. nur bei *P. alpestris* wenig an der Unterseite des Nerv.; im Blatt nur Drusen.

Goupia Aubl.

G. glabra Aubl. Spruce No. 779. Para (Brasil.).

Bld. 0,2 mm. Epz. gut mittelgroß, polyg.; Seitenr. nicht sehr stark, gerade, bisweilen getüpfelt; Außenfläche punkt- oder strichelförmig getüpfelt; oberseits häufig feine Querwand; Z. auf Quersch. obers. 0,035 mm hoch, also wenig breiter als hoch oder umgekehrt, unters. nur 0,013 mm; Außenw. ziemlich schwach, gerade; Seiten- und Innenw. noch schwächer, erstere gefältelt; obers. Epz. parallel zur Außenfläche stets durch eine horizontale Wand geteilt; dadurch wird obere Ep. 2schichtig; diese Querwand ist zart, gefältelt, über der halben Höhe der Zelle angebracht (äußere Kammer mit Außenw. 0,013 mm hoch, innere 0,022 mm); unters. selten quergeteilt; die äußere Kammer ist

[1]) Stenzel gibt für diese Art Spikularfasern an.

noch einmal, wie schon auf dem Flächenschnitt hervorgehoben, durch eine vertikale feine Wand geteilt; die Epz. sind nach Solereder[1]) verschleimt. Sp.-Öff. etwa 60 auf 1 qmm; ziemlich klein (0,024 mm lg., 0,018 mm bt.), an den Seiten meist parallele, an den Enden oft quere Nebenz.; auf Quersch. deutlich schnabelförmige Kutl.; Schließz. sehr weitlumig. Haare nur unters.: einzellig, ziemlich kurz und schmal, spitz, von 6—8 Epz. rosettenartig umstellt; Haarkörper umgebogen; Basalteil getüpfelt, etwas in das Assg. eingesenkt. Hyp. nur obers., über den größeren Nerven, 1sch.; Z. niedrig und bt.; Assg. sehr eng gebaut; Palg. 2—3sch.; Schichtung gleichmäßig; Z. ziemlich kurz und verhältnismäßig bt. (0,03 : 0,013 mm); Wand. gerade oder fein gefältelt; keine Querteil. Schwg. 5sch.; Z. der untersten Schicht häufig doppelt so hoch als bt., sonst rundlich. Rippen unters. in ziemlich starkem Bogen vorspringend; Nerv. obers. vermittelst Sk., unters. vermittelst reichlichen Koll. durchgehend. Sk.-Sch. bei den größeren Nerven hufeisenförmig, unters. offen, bei den kleineren rings geschlossen; Skf. auf Quersch. sehr bt., oft mit schmalem Lumen; Wandungen nicht sehr stark; Leitsystem bei größeren Nerven aus 2—3 vertikal übereinander gelagerten Bündeln, bei kleineren aus 1 Bündel bestehend; im Holzteil weitlumige Tracheen; bisweilen an Nervenleitbündeln erweiterte Endtracheiden angetroffen. Kr. spärlich, nur als Drusen, klein; nur an Nerven und im Weichbast. Körperchen nicht vorhanden. Gerbst. reichlich im Assg. und Bast.

Anomale Gattung ***Siphonodon***[2]) Griff.

S. celastrinus Griff.

Cult. in hort. bot. Calcut.

Bld. 0,24 mm. Epz. mittelgroß, regelmäßig polyg., geradrandig; obers. einige wenige, unters. zahlreiche Krz., namentlich in Nähe der Sp.-Öff., mit unregelmäßigen Drusen; Epz. auf Quersch. etwa gleich hoch wie breit; Außenw. obers. nicht sehr stark, gerade, unters. mit Ausnahme der Krz., die eine gebogene Außenw. besitzen, zu ungleich hohen, fingerförmigen Papillen ausgezogen; Seitenw. gerade oder schwach gebogen, fein getüpfelt; Seiten- und Innenw. schwach. Sp.-Öff. ziemlich groß, etwa 60 auf 1 qmm, rundlich, etwas vorstehend; schmale, seitliche parallele Nebenz. stets vorhanden, einzeln oder zu Paaren; bisweilen ein Ring schmaler Z. rings um die Sp.-Öff.; Vorhof,

---

[1]) Solereder: Systematische Anatomie der Dikotyledonen. 1899. p. 241.

[2]) Nach Loesener l. c. p. 221 „... eine durch die eigentümliche Beschaffenheit des Gynaeceums ganz außergewöhnliche Gattung, die eher zu den *Celastrineen* gehören dürfte als zu den *Hippocrateaceen* — wohin sie in Durand Ind. Gen. Phan. p. 68 gestellt worden ist — deren natürliche Verwandtschaft aber immerhin noch zweifelhaft ist.“

von außen gesehen, weit rechteckig. Kutk. deutlich hörnchenartig; Schließz. so hoch wie die Nebenz. Haare nicht vorhanden. Hyp. nur oberhalb der größeren Nerven durch einige niedrige, dünnwandige Z. angedeutet. Palg. 2sch.; Z. sehr niedrig und ziemlich bt.; Wandungen meist gefaltet; Schwg. 9sch.; die kleineren, dünnwandigen, ovalen Z. enthalten Kr., die größeren, starkwandigen, rundlichen führen Gerbstoff. Rippen unters. in starkem Bogen vorspringend; Nerven unters. mittelst Koll. durchgehend, obers. eingebettet. Sk. hauptsächlich als Hartbast entwickelt; derselbe bildet eine große halbmondförmige Gruppe weitlumiger Fasern; oberhalb des Nervs nur einige vereinzelte Skf. Kr. reichlich als unregelmäßige Drusen und als Krs., selten Einzelkr.; Drusen zahlreich in der beiders. Ep., namentlich unters., wo die Kristallidioblasten nicht zu einer Papille ausgezogen sind; im Mph. sind fast alle Z. — mit Ausnahme der Gerbstoffbehälter — mit Drusen und Krs. erfüllt; auch im Baste vorhanden; in den Nebenz. der Sp.-Öff. häufig fettglänzende, nicht doppeltbrechende Körper; in den übrigen Teilen des Blattes keine Inhaltskörper. Gerbst. in besonderen, durch Größe und Dickwandigkeit ausgezeichneten Behältern im Schwg., sodann auch im Weichbaste.

Ankömmlinge in der Pflanzenwelt Mitteleuropas während des letzten halben Jahrhunderts.

VIII.

Von **Dr. F. Höck**
in Luckenwalde.

Nachträge zu früheren Teilen.

Neue Arten:[1])

XIV. *Lepidium medium* (wahrscheinl. = *L. intermedium* A. Gray, nicht A. Rich., ob verschieden von *L. apetalum* (Nr. 45)?) Westl. Union und Mexiko.

Bd Freiburg: an mehreren Stellen (Thellung B.V. Bd. 1903. S. 295).

XV. *Astrocarpus clusii.* SW. Europa, NW. Afrika.

Me Parchim: Sandige Brachen bei Neu-Klokow 1903 zahlreich (Prellius nach Ascherson br.)

XVI. *Silene antirrhina:* N.-Amerika.

Bd 1902 wenige Expl. am Hafen bei Kehl (Ludwig, Mitt. d. philom. Gesellsch. X, 1902. S. 515).

XVII. *Daucus montevideensis,* Chile, Argentinien.

Bd Kehl 1902 (Ludwig, eb. S. 519).

XVIII. *Scandix balansae:* Cilicien.

E Straßburg: Orangerie verw. (Ludwig eb. S. 520).

XIX. *Lonicera ledebourii:* Kalifornien.

Nl Verwildert (Struykenkamp Ned. Kruidk. Arch. Derde Serie, 2 Deel. S. 572 f.) Haarlem 1900 (C. A. Backer eb. S. 587).

XX. *Ageratum mexicanum:* Mexiko.

T Salurn (Pfaff b. Murr D. b. M. XX, 1902. S. 26).

XXI. *Erigeron pulchellus:* Östl. N.-Amerika.

Nl Lako Ned. Kruid. Arch. Derde Serie 20, deel 1902. S. 787). Hertogenbosch 1901 (Kempus eb. S. 706).

XXII. *Helianthus rigidus:* N.-Amerika.

T Mühlau (Murr a. a. O.).

XXIII. *Chrysanthemum tschihatschewii.* Nördl. Kleinasien.

Schw Zürich: Bahnhof Tiefenbrunnen (Thellung, Schinz B. hb. Boiss. 1, 1903. S. 26).

[1]) Bei den Nachträgen des letzten Teiles fand bei den beiden ersten neuen Arten eine sinnentstellende Satzverschiebung statt:
Der Standort:
L Triest: 1854 (Winkler. in herb. Ascherson) gehört zu *Citrullus colocynthis,* **nicht** zu *Coffea arabica.*

XXIV. *Phacelia (Eutrix) viscida* Westl. N. Amerika.

Sw Schwarzenbeck 1903 (v. Jers nach Ascherson briefl.).

XXV. *Amsinckia intermedia.* Kalifornien, bisher mehrfach mit *A. lycopsoides* verwechselt, ob wirklich von derselben verschieden?

Op Königsberg (Abromeit Allg. bot. Zeitschr. 8, S. 189, 205).

XXVI. *Alkanna primuliflora.* Ost-Rumelien.

Sl Bunzlau auf Schutt (Alt u. Schube., Ergebnisse d. Durchforsch. d. schles. Gefäßpflanzenwelt i. J. 1902. S. 22).

XXVII. *Physalis lanceolata:* N. W. Amerika.

E Straßburg 1901 im Hafen vor dem Metzgertor (Ludwig a. a. O. 525).

XXVIII *Salpichroa rhomboidea:* Südl. S.-Amerika.

Nl (Lako eb.), Rotterdam 1901 (Wachter u. Jansen eb. S. 797).

XXIX. *Linaria canadensis:* Amerika.

Bd Kehl. Hafen (Ludwig a. a. O. 526).

XXX. *Verbena litoralis* (vielleicht kaum von 455 *V. bonariensis* zu trennen).

Br Tegel: Humboldtmühle 1898 (R. u. O. Schulz Verh. Brand. XLII, 291).

XXXI. *Perilla nankinensis:* China.

E Straßburg hinter dem Festpark bei der Orangerie, 1901 (Ludwig a. a. O. S. 526).

XXXII. *Lallemantia canescens*, Syrien, Armenien, Persien.

Bd Freiburg: (Kiesgrube bei der Basler Straße) (Thellung, B. V. Bd. 1903. S. 295.)

XXXIII. *Statice thouini:* Griechenland, S. Persien, Palästina, Arabien, Unterägypten, N. Afrika, S. Spanien.

Nl Amsterdam 1901 (Lako Ned. Kruidk. Arch. S. 790 u. 799).

Neue Standorte:[1])

16. *Roemeria hybrida* **Hc** Nordhausen (Quelle an Ascherson mündl.).

33. *Brassica elongata β armoracioides:* Anhalt: Bernburg: Grönaer Steinbruch (Hermann, Verh. Brand. XLIII, 1901. [erschien 1902] S. 150).

---

[1]) Hierzu Nachträge und Bemerkungen z. VI. u. VII. Teil d. Zusammenstellung: Ankömmlinge in der Pflanzenwelt Mitteleuropas etc. von K. Fritsch (Graz), denen einige briefliche Mitteilungen Aschersons angeschlossen sind:

329. *Chrysanthemum suaveolens* (*Matricaria discoidea* D. C.).

B Freilassing. am Bahnhof (Fritsch 1895, Verh. d. zoolog.-botan. Gesellsch. XLVIII).

S Salzburg, seit 1897 an mehreren Stellen in der Stadt und am Bahnhof (Fritsch).

St Mehrfach um Graz, ferner bei Wildon und Gratwein, also längs der Südbahn wohl verbreitet (Fritsch).

333. *Erechthites hieracifolius.*

34. *B. lanceolata:*

Ps Posen (auf wüstem Platz seit einem Jahre, viele Schoten schlagen fehl) Pfuhl, (briefl. Mitt. v. 22. Nov. 1901).

45. *Lepidium apetalum:*

E Straßburg: Schutt hinter dem Proviantamt und im Hafen vor dem Metzgertor (Ludwig Mitt. d. philom. Ges. in E. X, 1902. S. 514).

46. *L. virginicum:*

E Straßburg seit 1900 regelmäßig in großen Mengen beobachtet, wie am Illring also **anscheinend bereits eingebürgert** (Ludwig eb.).

56. *Gypsophila elegans.*

Sl Bunzlau (Alt in Schube Ergebn. d. Durchforsch. d. schles. Gefäßpflanzenw. 1902. Seite 16).

59. *G. porrigens.*

E. Straßburg, einmal im Hafen v. d. Metzgertor (Ludwig a. a. O. S. 515).

65 *Silene pendula.*

E Straßburg 1902 auf Schutt hinter der Ruprechtsauer Allee, aus Gärten entflohen (Ludwig eb.).

82. *Malva parviflora.*

E Straßburg: Sporeninsel 1902 (Ludwig eb.).

90. *Acer tataricum:*

Sl Canth: Waldrand b. Schoßnitz (Schröder b. Schube, Ergebn. d. Durchforsch. d. schles. Gefäßpfl. i. J. 1902. S. 22).

102. *Tropaeolum maius.*

Schw Tößtal: Einmal hinter der Blume - Fischental verw. (Hegi Bull. herb. Boiss. sér. 2 t. 2, 1902. S. 73).

E Straßburg, nicht selten verwildert (Ludwig a. a. O. S. 516).

107. *Impatiens glanduligera.*

N Im Bett des Weidlingbaches an mehreren Orten (Ginzberger, Mik, Wettstein, Z.-b. G. Wien 1902. S. 715 f.; danach ist der Name *J. roylei* für die Art vorzuziehen, da *J.*

Sl Oberglogau 1902 (Schube und Ascherson Verh. Brand XLIV, S. XXXII.)

St Um Graz nicht selten, so am Vorder-Plabusch und bei Maria-Trost (Fritsch).

(In der neuesten Arbeit Aschersons schon mitgeteilt).

336. *Echinopus banaticus*, meine Angabe bezügl. d. Vorkommens im Litorale stammt von Juratzka (Verh. zool.-bot. Ges. VIII. Abt. 18). In neuerer Zeit scheint die Pflanze dort nicht mehr aufgefunden zu sein (Fritsch).

383. *Phacelia tanacetifolia.*

Os Löbau 1903 (Brückner nach Ascherson br.)

K Gmünd (Glowacki).

447. *Mimulus luteus.*

S Verwildert an der Eisenbahn bei Leogang (Fritsch), ferner bei Filzmoos (Hayek).

452. *Veronica ceratocarpa.* Aus Salzburg wieder verschwunden (oder doch sehr selten geworden).

479 *Scutellaria altissima.*

St Bei Rann **einheimisch,** am Grazer Schloßberg absichtlich angebaut.

glandulifera 1835 von Hooker auf eine andere Pflanze bezogen ist).

138. *Trifolium alexandrinum.*

E Straßburg, wenige Expl. i. Hafen auf der Sporeninsel 1902 (Ludwig a. a. O. S. 517).

153. *Astragalus falcatus.*

Ps Schönlanke wild an d. Oberförsterei (Bothe nach Ascherson briefl.).

171. *Potentilla intermedia (β heidenreichii):*

Os Schutt a. d. neuen Straße zw. Dresden und Vorstadt Plauen, 1901, zum erstenmal i. Kgr. Sachsen (Wolf n. Schorler, Isis 1902. S. 131).

Bernburg: Weinberg am Felsenkeller (Zschacke n. Hermann a. a. O.).

172. *Spiraea opulifolia.*

Nl van der Zanderijvlart te Overveen (Struykenkamp, Ned. Kruidk. Arch. Derde Serie 2e deel S. 572, C. A. Backer eb. S. 584).

181. *Cotoneaster pyracantha.*

Sl Bunzlau, im Gebüsch verschleppt (Heinzmann nach Schube, Ergebn. d. Durchf. d. schles. Gefäßpflanzenwelt 1902. Seite 20).

186. *Clarkia pulchella.*

E Straßburg, Sporeninsel 1902 (Ludwig a. a. O. S. 518).

190. *Onothera sinuata.*

Bd Dreisam oberh. Freiburg (Thellung, Mitteil. d. bad. bot. V. Nr. 184, 1903. S. 295).

E Straßburg, Sporeninsel 1902 (Ludwig a. a. O. S. 517).

252. *Symphoricarpus racemosus.*

E Straßburg, nicht selten in d. Nähe von Gärten (Ludwig a. a. O. S. 520).

268. *Aster laevis.*

Nl Selten an Flußufern verw. (Lako eb. S. 787).

274. *Callistephus chinensis.*

E Straßburg (Ludwig, a. a. O. 521, vielleicht verschleppt).

279. *Solidago serotina.*

Bd Kehl (Ludwig, a. a. O. S. 521).

280. *Solidago canadensis.*

Bd Kehl (wie *S. serot.*, **völlig eingebürgert** (Ludwig a. a. O. S. 521).

286. *Ambrosia trifida.*

Nl (Struykenkamp a. a. O., Groenhooven 1900, Jongm. n. Pauwels eb. 590).

Bernburg, Saalufer am Dröbelschen Busch (Zschacke 1900, von Graebner bestimmt. D. b. Monatsschrift. XIX. 1901. S. 133).

E Straßburg, Schutt a. d. Taulerstraße (Ludwig a. a. O. S. 521).

XIII. *Guizotia oleifera.*

E Straßburg: im Hafen auf d. Sporeninsel (Ludwig a. a. O. S. 522).

289. *Rudbeckia laciniata.*

Dessau: Luisium (Hermann a. a. O. S. 151).

292. *Lepachis pinnata.*

T Mühlau: Rauchsche Bahn (Murr D. b. M. XX, 1902. S. 26).

297. *Coreopsis tinctoria.*

E Straßburg, häufig auf Gartenabfällen verw. (Ludwig a. a. O. S. 522).

315. *Artemisia annua.*

T Weg von Pradl nach Ambras, schon vor vielen Jahren (Murr D. b. M. XX, 1902. S. 26).

362. *Lobelia inflata.*

Nl (Lako a. a. O. S. 788), Apeldoorn 1901 (eb. S. 797).

382. *Gilia achilleaefolia.*

Sl Mit Grassamen eingeschleppt im Brauereigarten von Seiffersdorf, Kr. Schönau (Sintenis u. Schube, Ergebn. d. Durchf. d. schles. Gefäßpflanzenwelt i. J. 1902. S. 23).

383. *Phacelia tanacetifolia.*

In allen Reblausherden b. St. Goar (Appel, Briefl. Mitt. v. 3. Nov. 1902).[1])

390. *Convolvulus (Pharbitis) purpureus.*

E Straßburg auf Schutt hinter d. Proviantamt (Ludwig, a. a. O. S. 523).

394. *Cuscuta gronovii.*

Als *C. cesatiana* (also wahrscheinl. hierzu gehörig) genannt: **N** Dürnkrut (Rechinger, Z.-b. G. Wien 1902, S. 150—152, vgl. Bot. C. XC, 601).

396. *Lappula patula.*

E Straßburg an mehreren Stellen 1901 u. 1902 (Ludwig, a. a. O. S. 524).

403. *Anchusa ochroleuca*[2]).

E Straßburg auf Schutt in der Nähe der Kathol. Garnisonkirche (Ludwig eb.).

415. *Solanum lycopersicum* 1901 u. 1902 auf Gartenabfällen, z. B. beim Proviantamt verw. (Ludwig a. a. O. S. 525).

418. *S. heterodoxum.*

E Straßburg auf Gartenabfällen, hinter dem Festpark b. d. Orangerie 1901 (Ludwig eb.).

419. *Solanum rostratum.*

Bernburg: Saaleufer (Zschacke u. Hermann a. a. O. S. 150).

424. *Physalis peruviana.*

E Straßburg auf Schutt hinter dem Proviantamt, 1901 (Ludwig a. a. O. S. 525).

---

[1]) Bei der Gelegenheit teilt der gleiche Forscher mit, daß er *Vicia pannonica* und *Bifora radians* bei Heidhausen bei Sonneberg 1896 beobachtet habe.

[2]) Als *A. peregrina* wird von Thellung (B. V. Bd. 1903. S. 295 von Freiburg in **Bd** (Kiesgrube b. d. Basler Straße) eine Art genannt, die nach Mitteilungen von Graebner an Ascherson zu dem Bot. C. Beihefte. XIII. 1903. S. 228 Anm. 2 genannten *Symphytum peregrinum* gehört.

VIII.

485. *Albersia oleracea (Amarantus ol.)*. Ostindien, vielleicht bis Ägypten.

Schw Genf 1880 (Déséglise, B. S. B. Belg. XXII, 1, 111).

486. *A. emarginata (Amarantus em.)*. Tropen.

Sw Hamburg: Wollkämmerei am Reiherstieg (Schmidt, D. b. M. XIV, 54; auch von Ascherson dort gesehen).

Hc Döhren (Alpers, N. V. Lüneburg XIV, 68; Ber. d. b. G. VIII [121]).

487. *A. crispa:* Tropen? auch in Italien und Südfrankreich eingeschleppt.

Hc Döhren: Wollwäscherei 1890 (Alpers [auch von Ascherson dort gesehen] N. V. Lüneburg, XIV, 68, Ber. d. b. G. VIII [121]).

488. *A. caudata (Amarantus gracilis)*: fast kosmopol. i. d. Tropen, doch auch in Ägypten.

Sw Hamburg: Wollkämmerei am Reiherstieg, 1897 (Pieper D. b. M. XVI, S. 115).

Bd Mannheim: Ölfabrik (Lutz u. Ascherson, Verh. Brand. XXX, S. XXXII).

489. *Amblygona polygonoides.* Florida u. Westindien.

Sw Hamburg: Kaffeeabfälle bei Blankenese, 1895 (J. Schmidt, D. b. M. XIV, 53).

Os Dresden: Gartenland (Reichenbach, Fl. Sax. S. 325).

490. *Scleropus amarantoides (Amarantus crassipes):* Westindien, S. Amerika, Mexiko.

Sw Hamburg: Wollkämmerei am Reiherstieg (Pieper, D. b. M. XVI, S. 115).

Hc Döhrener Wollwäscherei (Alpers, N. V. Lüneburg XIV, 68; Ber. d. b. G. VIII [121]).

491. *Mengea tenuifolia:* Ostinden (auch am Hafen von Angers bemerkt.)

Sw Hamburg: Wollkämmerei am Reiherstieg (Pieper D. b. M. XVI, 115).

492. *Amarantus blitoides:* Westl. N. Amerika.

Sw Hamburg: Wollkämmerei am Reiherstieg 1897 (Pieper, D. b. M. XVI. 115).

493. Straßburg: Nur einmal im Hafen vor dem Metzgertor, 1902 (Ludwig, Mitt. d. philom. Ges. X. 1902. S. 527).

494. *A. chlorostachys:* Nördl. u. trop. Amerika, N. Afrika, Orient, eingeschl. auch in Spanien, Italien, Griechenland, S. Rußland (Gürke in Richter, Plantae europaeae II. 173).

Sw Hamburg: Wollkämmerei am Reiherstieg (Pieper, D. b. M. XVI, 115).

495. *A. glomeratus:* Heimat?

L Im neuen Hafen zu Triest u. i. Dorfe Mariano in Ober-Friaul, an beiden Orten nur vereinzelt (Pospichal, Fl. d. österr. Küstenl. I. 375.)

496. *A. caudatus:* Indien, Orient, N. Afrika bis Habesch, trop. Amerika (vielleicht nur durch Gartenzucht entstanden aus folgender), auch verw. in Bosnien, Macedonien und S. Rußland.

Sw Heide: Wöhrdener Chaussee 1876 (Hennings n. Prahl, Krit. Fl. v. Sw. II, 179).

Br Rheinsberg: Menz, an Zäunen (Winter n. Büttner, Fl. adv. march. 50).

Os Hier und da verw. z. B. Dresden: Radebeul (Wünsche, Pfl. Sachsens 117).

He Mittelthüringen zuweilen verw. (Ilse, Fl. 225) N. W. Thüringen verw. (Möller, Fl. II, 89), Harz: Aukrug auf d. Kies d. Oder (Peter, Fl. v. Südhannover. S. 91).

W Nicht selten auf Gartenauswurf oder Flußkies vegetierend (Beckhaus-Hasse Fl. v. W. 751).

R Auf Schutt (Wirtgen, Fl. d. R. 387).

Wb Zuweilen verw. z. B. Brackenheim: Stockheim (Kirchner-Eichler, Fl. v. Wb. 134).

B verw. (Prantl, Exkursionsfl. f. B., 173).

Schw Bahnhof Zürich (Keller u. Naegeli. Ber. d. Schweiz. bot. Ges. 11, 1901. S. 200).

L[1]) Triest: Campo Marzio (Marchesetti Soc. Adr. VII, 165).

T Im mittl. Nordtirol verw. auf Schuttplätzen (Murr, Bot. C. XXXIII, 1888. S. 218).

N Zuweilen verw. (Beck, Fl. v. N. 342).

497. *A. panniculatus:* Indien, China, Orient, nördl. u. trop. Amerika, eingebürg. in Australien, eingeschl. auch in Ungarn, Serbien, Macedonien.

Sw Einzeln bei Hamburg (C. T. Timm u. Prahl, Krit. Fl. II, 179).

Me Einzeln vorübergeh. verw. (Krause, Fl. v. Me. 75).

Br In u. bei Gärten, auf Schutt, an Zäunen etc. nicht selten, doch zumeist unbeständig, verw., z. B. Potsdam: Sicilianischer Garten (Büttner, Fl. adv. march. 50), Luckenwalde: Hetzheide!! (von Herrn Prof. Ascherson als *A. cruentus* bestimmt, auch von Bernau bei der Flora gefunden).

Sl Beuthen: häufig auf Feldern bei Kamin (Tischbiereck n. Schube, Ergebnisse der Durchforsch. d. schl. Phan. u. Gefäßkrypt.-Flora i. J. 1901. S. 6).

Os Nicht selten verw. z. B. Leipzig: im Johannistal, bei Reudnitz, am Anger, in den Kohlgärten, bei Möckern, am Winneberge hinter Taucha etc. (Wünsche, Pfl. Sachsens S. 117), Elbkies zw. Kötschenbroda u. Meißen (Stiefelhagen n. Schorler, Abh. Isis 1898. S. 98).

He N.-W.-Thüringen verw. (Möller II, 89), Mittelthüringen zuweilen verw. (Ilse 235).

R *(cruentus)* auf Schutt (Wirtgen 387).

E Straßburg mehrf. verw. (Ludwig, Philom. Ges. 1902. S. 527).

Schw Zürich: Tiefenbrunnen: Kiesgrube östl. v. Zentralbahnhof (Thellung n. Schinz, Mitt. aus d. bot. Mus. Zürich XIII (3); Genf, mit *A. sanguineus* 1878 (Déséglise B. S. B. Belg. XXII. 1. S. 111).

[1]) Nach Gürke u. Richter, Plantae europaeae. II, 172 auch in **K**.

L Nicht selten verw., so **alljährlich** im neuen Hafen von Triest (Pospichal I, 375), Pola: Mt. Michele, Mt. Collei verw. (Freyn Z.-b. G. Wien XXVII, 411).

T Mittleres N. Tirol, auf Schuttplätzen verw. (als *A. cruentus*; Murr, Bot. Z. 33. S. 218).

N[1]) Nur sehr selten in d. Nähe d. Gärten verw. (Beck, Fl. v. N. 343).

498. *A. hypochondriacus* N. Amerika, eingeschleppt auch im Orient.

Os Häufig verw. (Reichenbach, Fl. Sax. 326).

T Innsbruck: am Inn beim Bierwastl (Hausmann, Fl. v. T. 732), Meran, Äcker d. Hofs Freiberg (Breitenberg b. Hausmann 1478).

499. *A. melancholicus* var. *parvifolius*: S. Afrika.

Br Mit Wolle verschl. Ruppin 1874 (Warnstorf), Spremberg: auf Schutt hinter Nitschkes Fabrik (Riese, Sommerfeld 1873 u. 1876 [Warnstorf] sämtl. nach Büttner. Fl. adv. march. p. 50), auch Luckenwalde: Hetzheide (Bernau! v. Herrn Prof. Ascherson bestimmt).

Sl Grünberg: auf Schuttplätzen u. im Maugschttale (Hellwig n. Fiek, Fl. v. Sl. 371).

Hs Döhrener Wollwäscherei (Alpers. N. V. Lüneburg XIV, 68).

500. *A. spinosus*: Von S. Amerika über Westindien u. Mexiko durch den ganzen Süden u. Südosten der Union bis Kansas u. Neu-England (Uline u. Bray, vergl. Bot. J. XXII, 2, 541), (nach eb. XVI, 2, 204 auch in Sansibar).

Be Um Verviers (Halin B. S. B. Belg. 34, 2 p. 147).

Sw Hamburg: vor langen Jahren in einem Rinnstein d. Kieler Straße gefunden (C. T. Timm n. Schmidt, Progr., S. 27), wieder aufgetreten 1891 od. 1892 (Schmidt, D. b. M. X. 125), dann 1892 (eb. XI, 73) u. 1893 (eb. XII, 59).

Br Berlin: Tegeler Straße 1896 (R. u. O. Schultz Verh. Brand., 38. S. XCVIII), Sommerfeld 1899 (R. Schultz n. Aschersons Aufzeichn.).

Bd Mannheim: Ölfabrik (Lutz n. Ascherson in Verh. Brand. 30. S. XXXII).

Schw Tessin: Locarno auf d. Maggia-Delta (Ascherson, Ber. d. b. G. III 1885. S. 316—319).

501. *A. patulus*: Algerien, Spanien, Italien, S. Frankreich.

Sw Wollkämmerei am Reiherstieg (Pieper, D. b. M. XVI, 115).

Schw Genf 1876 (Déséglise B. S. B. Belg. XXII, 1, 111 Schinz-Keller, Fl. d. Schw. 159), Locarno mit vor. (Aschersons Ber. d. b. G. III).

L An gleichen Orten wie *A. retroflexus*, aber auch auf Brachen u. auf Ackerrändern, namentlich in Ober-Friaul nicht

[1]) Nach Gürke u. Richter, Plantae europaeae. II, 172, auch in **K**.

selten (Pospichal I, 374), Triest: Campo Marzio (Marchesetti Soc. Adr. VII, 165) Pola (Freyn Z. B. G. Wien XXVII, 411) u. a. O.

T Bozen (Uechtritz vergl. Bot. J. IV, 979) Meran (Freyn, Öst. B. Z. XXXVII u. Aschersons Aufzeichn.).

502. *A. albus:* Arkt. Amerika bis Mexiko. (Uline u. Bray vgl. Bot. J. XXII, 2, 54), nach eb. IX, 2, 404 auch in Algier völlig eingebürgert; bei St. Maurice unweit Montpellier seit Anfang d. vor. Jahrh. eingebürg. (eb. IV, 1179), auch in Italien (Bot. C. 81, 1900. S. 118), desgl. in Spanien u. Griechenland völl. eingebürg. (vgl. Bitter N. V. Bremen XIII, 288).

Be Gent ehemals (Crépin, Fl. d. Be. 2. éd., 239), Nederover Humbeek (Troch, B. S. B. Belg. XXXIV, 2, 143) Haeren (Sonnet eb. XXIII, 2, 49) Verviers (Collard a. a. O.) u. a. a. O.

Ns Bremen: Dreieck 1892 (Bitter), 1893 am Fabrikhafen (Focke), 1893 am Alten Bahnhof (Wilde) (sämtl. nach Bitter N. V. Bremen XIII, 288).

Sw Hamburg (Schmidt D. b. M. XX, 183).

Pm Stettin, Fürstenstraße 1898 (Paul, v. Ascherson gesehn, nach briefl. Mitteil. a. d. Verf. später noch einmal).

Br Potsdam: bei der langen Brücke 1889 (Ascherson Ber. d. b. G. XIII, S. 112), Tegel 1896 [Ascherson XXXVIII S. XLVI], Luckenwalde: Hetzheide 1893! Bernau 1897; von Ascherson revidiert), Köpenick (Aschersons Aufz.).

Os Meißen: unterh. d. Knorre, Dresden Elbufer gegenüber Übigau (Stiefelhagen b. Schorler, Abh. Isis 1898. S. 98).

Hc Hannover: Stader Chaussee 1900 eingeschl. (Brandes briefl.).

E Straßburg: Hafen v. d. Metzgertor **eingebürgert,** außerdem auf Schutt b. d. Proviantamt 1901 (Ludwig, Mitt. d. philom. Ges. X, 1902. S. 527).

Bd Mannheim; in großer Menge schon d. Hafengebiet überschreitend (Klein-Seubert, Exkurs.-Fl. f. Bd. 129), Freiburg: Kiesgruben d. Basler Str., Schuttplatz am Rennweg (Thellung, Mitt. d. bad. bot. Ver. Nr. 184, 1903. S. 295).

B Würzburg: Stadtgraben, Sept. 1897 (Appel an Ascherson eingesandt).

Schw Genf (Gremli, Neue Beitr. I; 1878, Déséglise B. S. B. Belg. XXII. 1, 111), Zürich: Belvoir (Keller u. Nägeli Ber. Schw. Bot. Ges. 1901. S. 200).

L Triest: Farneto (Marchesetti Fl. Tr. S. 457.) In d. Vorstadt St. Lucia am Rande des Boschetto ehemals sehr zahlreich, jetzt durch Abgrabungen größtenteils vernichtet; dann bei Monfalcone an d. Triester Straße hinter dem letzten Hause im Grabenschutt u. unterh. Brazzano vor d. Brücke üb. d. Judrio (Pospichal, I, 373).

503. *Digera alternifolia:* Indien, Ceylon, Malayische Inseln Afghanistan, Beludschisstan, Arabien, O. u. N. O. Afrika bis Kilimandscharo (Engl-Prantl III 1a. S. 104).

Bd Mannheim: Ölfabrik (Ascherson, Verh. Brand. XXX, S. XXXII).

504. *Alternanthera paronychioides:* Trop. Amerika nordwärts bis zu d. Golfstaaten d. Union, noch bis N. Karolina (Bot. J. XXIII, 2, 82), südw. bis Paraguay (eb. XXVII, 1, 386).

Sw Hamburg (J. Schmidt, D. b. M. X, 125), Kaffeeabfälle b. Blankenese (Prahl, Ber. d. b. G. X. S. [86]).

Hc Döhrener Wollwäscherei (Alpers, N. V. Lüneburg XIV, 68).

505. *Teloxys aristata:* Sibirien.

Br Spandau: Auf Scharfenberg verw. (Bolle, Verh. Brand. 41. S. 226).

506. *Roubiera multifida:* Gemein in Chile u. and. südamerikan. Ländern, eingeschl. auch in Süd-Kalifornien, bei New York sowie in Frankreich, Spanien, Portugal u. Italien als Ruderalpfl.

Be Lüttich (Bot. J. XIII, 2, 363); Verviers nach Dolhain hin (Durand, B. S. B. Belg. XXIV, 2, 143).

Ns Bremen 1889 u. 1890 in mehreren Expl. am Sicherheitshafen (Bitter, N. V. Bremen XIII. 288).

Sw Hamburg: Wollkämmerei am Reiherstieg (als „*Chenopodium incisum*)" (J. Schmidt, D. b. M. XIV, 54, vgl. eb. XV, 183).

Hc Döhrener Wollwäscherei (Alpers, N. V. Lüneburg XIV, 69, Ber. d. b. G. VIII. S. 121).

507. *Beta trigyna:* Heimisch in Ungarn, Nördl. Balkanhalbinsel, Kaukasus, Orient, in Italien nur eingeschl. (Gürke, Plantae europaeae II, 127).

Hc Weimar: Belvedere (Haussknecht, Ber. d. bot. Ges. III. S. VIII).

508. *Chenopodium*[1]) *foetidum:* Heimisch: Trop. Afrika; auch aus Amerika genannt, in Mittelrußland eingebürgert (Gürke, Plantae europaeae II, 134).

Op Kreis Heydekrug „Marienkranz" (Preuß n. Aschersons Aufz.).

Br Potsdam: Sanssouci 1877 als Gartenunkraut (Eichler n. Büttner, Fl. adv. march. 51).

509. *Ch. carinatum:* Australien, Neu Seeland, Polynesien, eingeschl. auch i. Kalifornien.

Be Prov. Lüttich: Flußkies der Vesdre bei Béribou, Sept. 1892 (Halin vgl. Ascherson in Verh. Brand., Bd. 39, S. XXXVII).

Sw Hamburg: Wollkämmerei am Reiherstieg 1898 (J. Schmidt n. Pieper, D. b. M. XVI, 115. XVII, 125).

Br Spremberg: Gartenland der Carbonisier-Anstalt 1891, vielleicht schon einmal 1878 (Riese n. Ascherson, Verh. Brand. 39. S. XXXVII).

[1]) *Suaeda salsa* aus Ungarn, Siebenbürgen und Rußland fand sich in N vorübergehend in Wien, bei Klosterneuburg, Möddling, Gr. Enzersdorf, häufig einheimisch am Neusiedlersee (Beck.), Fl. v. N. S. 342.)

Hc Döhrener Wollwäscherei (Alpers, 1890, auch Ascherson, Verh. Brand 37. S. LIV).

M Nußlau etwa 20 km südl. v. Brünn an Gartenzäunen (Schierl u. Steidler), einige Jahre später (1895) am linken Ufer der Thaja, unweit der Schadewitzer Überfahrt (Schierl u. Makowsky; vgl. auch Öst. B. Z. XLVI. S. 1).

510. *Ch. quinoa*[1]: S. Amerika.

Sw Hamburg 1895 (J. Schmidt, D. b. M. XIV, 54).

511. *Atriplex holocarpum (A. spongiosum)*: Australien.

Be Verviers (Halin nach Ascherson br.).

Hc Döhrener Wollwäscherei (Alpers, N. V. Lüneburg XIV, 69).

512. *Mirabilis dichotoma:* Brasilien.

Me verw. u. eingebürg. b. Schwerin (Brockmüller, vgl. Bot. J. IX, 1881, 2, S. 555).

513. *M. nyctaginea (Oxybaphus* n.)*:* N. Amerika, auch b. Pavia u. Odessa beobachtet.

Br Lübben: Ragower Weinberg 1860 (Lucas), Guben: Gasanstalt 1860 (Baenitz). Wrietzen: Kunersdorf im Park (Schäde) (Ascherson, Fl. v. Br. 580). Potsdam: Pfaueninsel (Büttner, Fl. adv. march. 51), Frankfurt 1868 (Rüdiger u. Aschersons Aufzeichn.).

Bö Park v. Opočno auf Felsen 1878 (Čelakovsky, Prodr. 777).

514. *Emex centropodium*: S. Afrika, Australien, Mittelmeerländer (Engl., Pr.).

---

[1]) Wie *Ch. quinoa* dem bei uns heimischen *Ch. album* nahe steht, sollen dies noch weitere ausländische Arten tun, die hier daher anhangsweise erwähnt seien:

Ch. leptophyllum Nordamerika. Vergl. Issler, Allg. bot. Ztschr. 8, 1902. S. 174; eb. S. 195. **E** Kolmar Issler auch v. Ludwig für Straßburg erwiesen. Bauch bei München (Vollmann) beobachtet.

C. purpurascens var. *lanceolatum (C. striatum* [Krašan] Murr, vgl. Murr D. bot. Mon. 4, S. 32, Allg. bot. Zeitschr. 8, 1902 S. 91, Issler Allg. bot. Zeitschr. 7 S. 164) China, Japan, schl. auch sonst in anderem Erdgürtel.

Wp Marienwerder (Scholz, Veget. pr. Weichs. S. 80).

E Kolmar und Mühlhausen (Issler).

B Regensburg (Vollmann Allg. bot. Zeitschr. III. S. 185).

T Innsbruck (Murr). Trient (Murr).

O Linz (Murr).

St Graz, Marburg (Krašan, Murr).

Bö Teplitz (Reichenbach p. 7. nach Murr) Prag (Rohlena u. Murr Allg. bot. 2. 6 S. 203).

C. hircinum (C. dürerianum Murr, *C. trilobum* Issler und vgl. Murr Allg. bot. Zeitschr. 9 S. 109, Tab. C) Argentinien, Paraguay, Süd-Afrika.

Os Dresden (Wolf nach Issler).

Mr Frankfurt (Dürer).

E Kolmar (Issler) Straßburg (Ludwig).

Schw Zürich (Nägeli). Bern (Lüscher).

Vielleicht sind auch *C. zschackei* (Murr, Deutsche bot. Mon. 19 S. 39) früher als *album opulifolium* gedeutet, beobachtet bei Bernburg (Zschacke), **Os** Dresden (Wolf) und **E** Kolmar (Issler, Allg. bot. Zeitschr. 8 S. 195) **T** Innsbruck (Murr u. Issler) und *C. platyphyllum* (Issler a. a. O. S. 194) beobachtet **Os** Dresden (Wolf) und **E** Kolmar (Issler) solche eingeschleppte Fremdlinge.

Br Sommerfeld 1873 auf Wollabfällen (Knorr n. Büttner, Fl. adv. march. p. 52; vgl. auch Bot. J. II, 1110, 1118).

515. *Rheum rhaponticum:* W. China; vielleicht schon in Bulgarien (nach A. v. Degen heimisch).

Me Neustrelitz verw. in großer Zahl an einem Wiesenrande zw. Bürgerhorst und Tiergarten (F. Hoffmann, bestimmt von Ascherson. Verh. Brand. XLII. S. III).

516. *Rumex bucephalophorus:* S. Europa bis S. Frankreich u. N. W. Afrika.

Br Schwiebus: Schönfeld 1866 (Golenz n. Büttner Fl. adv. march. p. 51).

517. *Polygonum cuspidatum*: Japan, eingebürg. auch in N. Amerika.

Nl Eemsbrug 1888 (Wakker N. K. Arch. 5, deel 677).

Sw Helgoland: Düne angepfl. u. halbwild (Ascherson, Fl. v. Helgol. S. 108).

Op Fischhausen: Neuhäuser Strandanlagen u. Königsberg (Abromeit, vgl. Ber. d. b. G. XVII. S. 77).

Br Potsdam: Abhänge nach Templin (ursprünglich z. Befestigung des Sandes angepflanzt) (Gallasch) Sanssouci (Büttner), Frankfurt, in Gärten als lästiges, kaum vertilgbares Unkraut (Huth). Sämtlich n. Büttner (Fl. adv. march. p. 32).

Os Chemnitz: Zeißigwald (Wünsche. N. V. Zwickau 1889), Schweizermühle im Koniferengarten (eb. 1891).

W Bei Witten, jenseits der Ruhr unterhalb d. Nachtigallenbrücke an Maßlings Garten am Ufer seit Jahrzehnten verw. (Beckhaus-Hasse, Fl. v. W. 777 als *P. giganteum*).

R Elberfeld mehrfach, z. B. Ronsdorfer Chausee; Vohwinkel an d. Bahn (H. Schmidt, Ber. d. b. G. 9. 1891. S. 134).

E Straßburg verw. z. B. auf Schutt i. d. Taulerstraße (1902) u. a. Aarufer a. d. Universitätsbrücke (1901) (Ludwig. Mitteil. d. philom. Ges. X 1902. S. 528).

B Würzburg: Abhänge oberhalb Zell (Ascherson, n. sein. Aufzeichn.).

S Salzburg: an der Linzer Reichsstraße (Fritsch, Mitteil. f. salzb. Landesk. XXXI (1891), vgl. Ber. d. b. G. X. S. 111.)

518. *P. sachalinense*: O. Asien.

Sl Zackenufer oberh. Petersdorf (Schube, Ergeb. d. Durchf. d. schles. Gefäßpflanzenwelt d. J. 1902. S. 15).

519. *P. orientale*: S. O. Asien, eingebürgert auch in Neu-Süd-Wales, eingeschl. ferner in vielen Orten der Union, desgl. in Friaul.

Nl Zw. Vaassen u. Epe (Kok Ankersmit 1875 N. K. A. 2. deel S. 96).

Sw Hamburg: auf Baggerland verw. 1871—79 (C. T. Timm bei Prahl Krit. Fl. II 188), Hammerbrook (Timm) Steinwärder (Timm), Außenalster 1871 (Timm), Ausschlägerweg (J. Schmidt, Progr. 28).

Me In Gärten und Anlagen vorübergehend verw. (Krause, Fl. v. Me. S. 68).

Br Potsdam: Sanssouci auf Komposthaufen (Büttner, Fl. adv. march. p. 52).

Sl Hier u. da an Wegen, auf Schutt, auf Brachen, meist einzeln verw. (Fiek, Fl. v. Sl. 383) z. B. Gleiwitz (Bot. J. XVII, 1889, 2, 237).

Os 1896—1898 Dresden unterhalb Übigau unter Weiden (Stiefelhagen n. Schorler, Abhandl. Isis. 1898. S. 98).

Hc Zuweilen verw. (Vocke u. Angelrodt, 224).

E Straßburg auf Schutt hinter dem Proviantamt verw. 1901 (Ludwig, Mitteil. d. philom. Ges. X. 1902. S. 529).

B Hier u. da verw. (Prantl, Excursionsfl. 166).

Schw Bahnhof Zürich (Keller u. Nägeli, Ber. Schw. bot. Ges. XI. 1901. S. 200).

L Nicht selten auf Schuttplätzen verw., so schon seit vielen Jahren auf d. Campo Marzio in Triest (Pospichal, Fl. d. österr. Küstenl. I. 385).

T Bozen in einigen Gärten ganz zum Unkraut geworden (Haussmann 751).

520. *Elaeagnus argentea*: Kanada u. Hudsonsbai längs d. Felsengebirges bis ins Gebiet d. oberen Missouri (Engl.-Prantl III, 6a, 251).

Sw Lübeck, Strand b. Niendorf verw. (Kausch, Ber. d. bot. G. VIII. S. 124).

Me Wustrow (Fischl.) (Trojan n. Achersons Aufzeichn.).

Op Memel eingebürgert (Bot. J. I, 627, II 1117, vergl. auch eb. XXVII, 1, 299).

Br Durch Wurzelbrut sich leicht ausbreitend u. infolgedessen **vollständig verw.**: Potsdam: Franzensberg (Büttner); Templin: Plessensruh (Peck), Prenzlau: Malchow im Park (Heiland), (sämtl. n. Büttner, Fl. adv. march. 52).

Ms Magdeburg: diesseits d. Herrenkrugs **völlig verw.** (Ascherson, Fl. d. Prov. Brandenb. usw. S. 595).

Os Leicht verwildernd (Wünsche, Pfl. d. Kgr. Sachsen 244).

521. *Euphorbia engelmanni*: N. Amerika; schon seit 1870 in Menge um Verona, neuerdings reichlich am Gardasee n. Goiran Soc. Bot. Tt., 1249, 250 1895.

Br Berlin: Bot. Garten 1857 (Alexander Braun, vgl. Ber. d. b. G. X S. 133).

Bd Karlsruhe, Rheinweiler 1886 (Haußer n. Petry Allg. bot. Zeitschr. I, 11? s. unten).

Schw Glarus u. Genf (Ber. d. bot. G. X S. 133), Zürich: Festgasse (Thellung nach Schinz, B. hb. Boissier, 2, ser. II, 351), Basel (Binz, Verh. nat. G. Bas. 1901, S. 383). Lugano (Schwingruber nach Schinz.)

522. *E. humifusa*: Sibirien, Mandschurei, auch verw. i. bot. Garten zu Florenz, auf Korsika u. bei Paris beobachtet.

Sw Hamburg (Timm n. Aschersons Aufz.).

Op Königsberg: Bot. Garten (A. Braun, Abromeit n. Ascherson) Caymen (Weiß, Phys. Ök. Ges. XXVII, 11 XXVIII, 48).

Br Seit einem halben Jahrhundert im Berliner bot. Garten als Unkraut, sicher von dort verschl. nach Potsdam: Pfaueninsel seit 1862 (Fintelmann, Büttner), Gärtnerlehranstalt (Büttner), auch außerh. derselben (Lauche), Berlin: Königsplatz 1870 (Ruhmer) (vgl. Büttner, Fl. adv. march. 57); jetzt nicht mehr (Ascherson br.).

Sl Proskau: Seminarbaumschule (Buchs), auch schon früher auf Gartenland in Breslau wiederholt beobachtet (Schube, Ergebn. d. Durchf. d. schl. Phan. u. Gefäßpfl. i. J. 1901. S. 10).

Hc Münden: Forstakademiegarten (Zabel, G. Fl. XXV, 179).

E Straßburg: Bot. Garten auf Wegen u. bes. zw. d. Steinen vor d. kleinen Gewächshause verbreitet (Ludwig, Mitteil. d. philom. Ges. X 1902. S. 529; schon früher dort von Petry beobachtet und für *E. engelmanni* gehalten).

B Würzburg: Botanischer Garten (Rost u. Ascherson br.). Regensburg: Städt. Alleegarten (Vollmann, Ascherson br.). München (Gartenflora XXV. S. 159).

N Wien: Bot. Garten (Kerner, Fl. Austr.-Hung. exs. 2852).

523. *E. preslii (hypericifolia):* W. Amerika u. Mexiko, eingeschl. in Spanien, Italien (schon vor 80 Jahren) u. Sicilien.

L In neuerer Zeit ist die Pflanze auf d. Bahnhofe von Nabresina **in Menge aufgetaucht und verbreitet sich von da** rapid längs des Bahngleises, gegenwärtig bis Monfalcone und Triest (Pospichal, Fl. d. öst. Küstenl. 385). Erschien 1878 am Viadukt von Nabresina, wo sie sich noch erhält (Marchesetti, Fl. d. Trieste 482).

524. *E. polygonifolia:* (*E. maculata* L. nach Boiss. in DC. Prodr.) N. Amerika (1877 an der Mündung der Gironde von Contejean beobachtet, vgl. Bot. J. VI, 2. 679). Sables d'Olonne (Lloyd), hierher wohl auch die von Genevier bei Nantes angegebene Pflanze (Bot. J. VI. 2. S. 1001), Italien?

Ns Einmal auf d. Schloßhofe zu Ahaus, wohl mit fremdem Tabak eingeführt (Beckhaus-Hasse, Fl. v. Wf. S. 787). Ob diese Pflanze hierher gehört, ist noch festzustellen; man könnte auch an die bei Lyon auf dem Hofe der Tabaks-Manufaktur eingeschleppte amerikanische *E. depressa* denken, vgl. Magnin Compt. rend. Ass. Lyon 1881/82 u. Soc. Bot. Fr. t. 29 p. [122] (Ascherson br.)

Bd Karlsruhe, Hofgarten (Petry, Allg. bot. Zeitschr. I. S. 12).

525. *E. granulata:* N. W. Afrika bis S. Arabien.

Me Ganz neuerdings als Gartenunkraut in Neustadt aufgetreten (Krause, Mecklenbg. Fl., 1893, S. 140).

526. *E. agraria:* S. O. Europa.

Br Frankfurt, seit 1885 beim Proviantamt bemerkt, und seitdem sich immer mehr ausbreitend (Huth, Fl. v. Frankfurt a. O. 2. Aufl. S. 142).

527. *E. graeca* (einschl. *Eu. dalmatica*): S. O. Europa bis Ungarn.

O Linz, wohl mit Getreide verschl. (Murr, Allgem. bot. Zeitschr. 1893, N. 7/8).

528. *Acalypha caroliniana*: N. Amerika.

T Bozen, seit 1834 in Menge als Unkraut (Haussmann 770).

529. *Ricinus communis*: Heimisch im nordöstl. trop. Afrika (A. de Candolle, Urspr. d. Kulturpfl.) in fast allen wärmeren Ländern verw., z. T. völlig eingebürgert.

Sw Hamburg 1894 (J. Schmidt, D. b. M. XIII, 111).

Br Tegel: Humboldtmühle 1896 nicht blühend (R. u. O. Schulz, Verh. Brand. 38, S. XLVII).

L Erscheint jahraus, jahrein im neuen Hafen und auf dem Südbahnhofe in Triest, ab und zu auch anderwärts verw. (Pospichal, Fl. d. öst. Küstenl. II, 410).

530. *Parietaria debilis* (bei uns nur var. *pennsylvanica*): Sibirien, Ostindien, Australien, N. u. S. Amerika (Engl.-Pr. III, 1, 116) auch Neu-Seeland u. Polynesien (Bot. J. XXIV, 2, 133) u. Habesch (eb. 151).

Br Berlin: Kgl. Bibliothek seit 1861 noch jetzt (Ascherson-Graebner, Fl. des nordostd. Flachlandes. S. 263).

531. *Celtis occidentalis*: Atlant. N. Amerika (Engl.-Prantl III, 1, 64).

Sl Breslau: verw. in vielen kleinen Gebüschen (Öst. b. Z. 1897. S. 448).

Bö Welwarn am Roten Bache einige fruchttragende Bäumchen (Čelakovsky, Ber. d. b. G. 1887. S. CXXIV).

532. *Humulus japonicus*: China, Japan u. benachbarte Inseln (Engl.-Pr. III, 1, 97.)

Br Friedenau 4. 7. 1888 (Jacobasch) zw. Rixdorf u. Britz 1891 (Scheppig), an beiden Stellen wieder ausgerottet (Aschersons Aufz.).

B Nürnberg: Beim neuen Waisenhause eine ziemliche Fläche Schutt bedeckend (Schuart, Th. v. N. E. S. 958).

533. *Broussonetia papyrifolia*: O. Asien bis Polynesien und Neuseeland, eingebürgert in N. Amerika, verw. bei Pavia (Bot. J. XXVII, 1899, 1, S. 351).

L Stellenweise im Ufergebüsch und Wiesenhecken, bereits verw. (Pospichal, I. 344).

T Bozen, in einem Weinberg in der Stadt verw. (Haussmann 774).

534. *Corylus*[1]) *colurna*[2]): Orient u. Himalaya, auf d. Balkanhalbinsel u. Ungarn, waldbildend in etwas veränderter Form in Yunnan u. Hupeh.

[1]) *Juglans cinerea* aus dem östl. N. Amerika wurde in einem stattlichen Baum im Park bei Dürenhof (Thüringen) beobachtet (Mitteil. Thür. B. G. 13/14. 1899. S. 16).

[2]) Koch bezweifelt sein Vorkommen ed. 2, 738. — *Alnus serrulata* (*A. auctumnalis*, die nach Regels Monographia *Betulacearum* (Mosquae 1861. S. 106) nur eine nordamerikan. Form von *A. glutinosa* ist, wurde verw. beobachtet:

L In dem verwild. „Parke“ des ehemal. Klosters in Čepic, offenbar als Rest früherer Anpflanzung (Pospichal I. 316).

N Angepfl. (1582 aus Konstantinopel eingeführt) zuweilen verw., so bei Merkenstein (Beck, Fl. v. N 267).

535. *Salix lucida*: Nördl. und mittl. Verein. Staaten bis Saskatschewan (nach Koehne, Dendrologie nahe verw. *S. pentandra*).

Me Verw. Krause, Meckl. Fl. S. III, Feldberg im Friedhof u. Rostock (Konow u. Haberland, Fl. v. Neustrelitz. S. 16).

536. *S. babylonica*: Euphratländer(?), dann eingebürgert in S. Frankreich (Bot. J. VI, 2, 703), Australien (eb. XXI, 2, 237) und Neuseeland (eb. XXV, 1897, 2, 254).

L Auch im Freien, namentl. in Friaul an Bachufern wie verw. (Pospichal I, 326).

537. *Populus balsamifera:* Atlant. N. Amerika und Sibirien (Engl.-Prantl III, 1, 35).

Me Verw. am Faulen See bei Schwerin (Krause, Meckl. Fl. 61).

Br Bisweilen verw. (Büttner, Fl. adv. march. 53).

Sl Hin u. wieder halb verw. (Fiek, Fl. v. Sl. 415) z. B. bei Friedland (Bot. J. III, 603).

W In Anlagen, leicht verwildernd (Beckhaus-Hasse, Fl. v. W. 825).

Bd Gelegentlich verw.: Baar, Rheinwaldungen unter Neureuth, Daxlanden (Seubert-Klein 109).

B Ottobeuren (Kuhn, 23 Ber. d. naturh. V. i. Augsburg 1875. S. 96).

N Marchauen: von Marchegg bis Baumgarten kleine Bestände (Beck, Fl. v. N. 304).

538. *Myrica cerifera:* Neu-Braunschweig u. Neu-England bis Florida.

W Münster, Coerheide (Bachmann) am Hauptwege (Beckhaus-Hasse, Fl. v. W. S. 803).

Sw Winterhude (C. Timm in Schmidt Progr. 29).

Wp Thorn: Abhang d. Ziegeleiwäldchen 1890 (Frölich. Ök. phys. Ges. XXXII).

Sl Spremberg: Spreeufer Zerre gegenüber u. zahlreiche andere Orte, darunter Breslau zahlreich und **völlig verw.** (Fiek. Fl. v. Sl. 400).

Ms Neuhaldensleben: Krähenfußsumpf und Küchenteich (Maas. Nachtrag zu Schneiders Fl. v. Magdeburg 182).

Os Bisw. verw. u. **eingebürgert** z. B. in der Umgebung der Festung Königstein (Wünsche Pfl. Sachsens 100).

W Siegen: Seelbach verw. (Demandt u. Beckhaus 803).

R Hoheacht (Wirtgen N. V. Rheinl. 56 [1899] S. 170).

Bö Mehrere Orte (vgl. Čelakovsky, Prodr. 127, 1281), bei Schluckenau ein Wäldchen bildend.

M Zw. Blansko und Katherein 1869 (Theimer u. Oborny 291). Wiesenberg (vgl. Ber. d. b. G. III S. CXLV.)

Nl Verw. zw. Zütphen u. Lochem u. i. der Tondenschen und Empeschen Heide viel (Henkels Schoolfl. 9 druk 201).

Me Schwerin: Marstallwiesen (Ruben, Arch. Meckl. 42. 1889, vgl. Bot. J. XVII, 2. 232), Kuhwerder (Krause, Meckl. Fl. S. 58), vgl. auch Brockmüller, Bot. J. IX. 2. 554, danach schon 1880).

539. *Saururus loureiroi* Philippinen bis Japan (Engl.-Prantl, III, 1, 3).

Kr Laibach: Weiher b. Kroisenegg (ursprüngl. gepflanzt Voss, Öst. B. Z. XXXII, 285)[1].

540. *Phoenix dactylifera:* Heimisch wahrscheinl. i. d. Nähe d. Sahara, jetzt in den Mittelmeerländern u. Afrika, sowie ostwärts bis Indien weit verbreitet, eingeführt neuerdings auch in Australien u. N. Amerika.

Br Berlin vorübergehend ähnlich wie bei München (Ascherson, briefl.).

B München, auf Schutt keimend[2]), erfriert jedesmal im nächsten Winter (Nägeli, Bair. Bot. Ges. VII. 2. 202).

541. *Pinellia tuberifera:* O. Asien.

Sl Findet sich seit Jahren **als unausrottbares Unkraut,** das sich immer weiter ausbreitet. im botan. Garten zu Görlitz (Barber Abh. nat. Ges. Görlitz. 1901. S. 121).

542. *Dracunculus vulgaris:* Mittelmeerländer.

Schw Tessin: bei Tesserete (Mari, Ber. d. b. G. 6. 1888. S. CLIII).

543. *Canna indica.* Von Formosa über Indien u. die malayischen Inseln bis Polynesien verbreitet, verw. im trop. Afrika, auf d. Kapverden, Yucatan u. a.

T Bozen (Samen zu Rosenkränzen (Haußmann S. 954)).

544. *Iris*[3]) *foetidissima*[4]): Mittelmeerländer (auch in England: Bot. J. XXVII, 1899. 1, 334.)

---

[1]) *Helodea canadensis*, die bekannte Wasserpest, wird als *Udora occidentalis* von Koch ed. 2 p. 771 erwähnt, ist aber erst seitdem eingebürgert, und zwar so allgemein, daß die einzelnen Orte hier anzuführen überflüssig ist; vgl. Ascherson-Graebner. Synopsis d. mitteleur. Flora, I, S. 402f.

[2]) Sollte nicht ähnlich auch *Citrus aurantium* vorkommen? Unabsichtlich auf Blumentöpfe geworfene Apfelsinenkerne keimen leicht, werden es also im Freien auch wohl tun. allerdings schwerlich aushalten. — Durch derartige Aufnahmen (vgl. auch *Coffea arabica)* ließe sich diese Liste gewiß noch erheblich vergrößern.

[3]) *Crocus (vernus) grandiflorus*, der von Koch schon genannt wird, ist sicher verw. beobachtet: in **Nl, Ns, Sw, Me, Br, O, W, Wb, B, L, Bö** (n. Aschersons Aufz.).

[4]) Die von Koch als noch nicht beobachtet angegebene *I. florentina* wird von Pospichal I, 267 als seit vielen Jahren beobachtet, daher vielleicht wild angegeben. — Die von Koch als *I. lutescens* Lam. aus der **Schw** genannte Art gehört n. Jaccard zu *I. virescens*, dagegen ist *I. lutescens* nach Spießen (D. b. M. III, 1885, 100) bei Braubach (Nassau) am Elmuth seit mindestens 50 Jahren beobachtet, gehört also, streng genommen, auch nicht hierher.

L Triest: Campo Marzio in schattigem Gebüsch. (Pospichal I, 268, möglicherweise auch urwüchsig).

545. *Sisyrinchium anceps (S. bermudiana)*: Neu Fundland bis Kalifornien, Florida u. Bermudas, doch auch auf Mauritius, Neuseeland, in Queensland, Frankreich u. mehrfach auf d. britischen Inseln beobachtet.

Ns Als Gartenflüchtling bald hier, bald da, hält sich auch wohl jahrelang, verschwindet dann aber meist wieder, so z. B. bei Verden (um 1842 von Lang entdeckt, seit 1889 anscheinend nicht mehr), 1888 bei Rotenburg (Wattenberg), 1891 am Wege von Upjever nach Jever (Dr. Kuegler) (Buchenau, Fl. d. nordwestl. Tiefebene. S. 154), Harsefeld, Ilten u. Soltau (Brandes, Fl. d. Prov. Hann. 407).

Sw Eingeschl.; so seit langen Jahren bei Hamburg an mehreren Stellen bes. bei Eppendorf (Prahl, Fl. d. Prov. Sw. 2. Aufl. S. 66) u. d. 1. Afl. II, 218: Hadersleben vorübergehend auf Grasplätzen (v. Fischer-Benzon, Andersen).

Me Neu-Strelitz: Prälank (Beckstroem u. Knebusch), Rostocker Wallanlagen (Grosschopf u. Haberland, Fl. v. Neustrel. S. 14).

Br Finsterwalde: Hinter einer Fabrik am Langen Damm 1871 (Hahnow) Moorwiesen vor Drösigk 1877 (A. Schultz) (Büttner, Fl. adv. march 54).

Hc Hannover: auf einer Wiese bei Egestorf am Deister ziemlich viel **(eingebürgert)** (Mejer Fl. v. Hann. S. 162); bei Hainholz; am Ith über Coppenbrügge (Brandes, Fl. d. Prov. Hann. S. 407).

W Rheda: 1/4 Stunde von da, wo von der Chaussee nach Wiedenbrück sich die breite Fahrstraße nach Rheda rechts abzweigt, unmittelbar an dieser Straße links, da wo der Kiefernwald endet, in einer kleinen Wiese (Göcker); auf einer nassen Wiese der Hagener Heide zw. den Wegen nach Halden u. Fley, nicht weit von dem der Stadt am nächsten kommenden Kiefernwäldchen mehrere Jahre beobachtet u. vielleicht eingebürgert (Schl.): auch bei Schwelm auf Gartenschutt u. in Hiltrup bei Münster gefunden; mehrmals auf Grasplätzen in Gärten und Parks erscheinend, so Holzhausen bei Nieheim (Beckhaus-Hasse, Fl. v. W. S. 858).

Mr Darmstadt, 1883 (Sennholz u. Beck, Wiener Ill. Gartenzeit. 1894 S. 410).

Bd Mannheim 1841 (Zeyher u. Link) Isteiner Klotz (Winter u. Aschersons Aufz.).

Schw Zürich (Thellung u. Schinz, Bull. hb. Boiss. 2. ser. II. 349).

N Klein-Mariazell 1894 (O. v. Müller u. Beck, a. a. O. 43, 410).

Bö Budweis, 1863 (Čižek nach Čelakovský Prodr. S. 111) u. a. a. O. (nach Aschersons Aufz.).

546. *Maianthemum*[1]) *racemosum*: N. Amerika.

Br Potsdam: Gärtnerlehranstalt verw. (Bornmüller, Büttner, Fl. adv. march. 54).

547. *Lilium candidum*: Wirklich wild nach Boissier am Libanon, jetzt in S. Europa, von Korsika ostwärts bis Transkaukasien u. Syrien (Richter, Plantae Europ. I, 211), doch noch auf den Kanaren (Bot. J. VI, 2, 900), spontan in Algerien u. Tunis (Battandier-Trabut, Fl. de l'Algerie, bei Hyères verw. (Bot. J. IV, S. 971 u. 1029).

L Marchesetti Fl. di Trieste 552.

548. *Hyacinthus orientalis*: Griechenland (Richter, Plant. europ. I, 225), nach Bot. J. XXVIII, 1899, 1, S. 346, auch wild in Italien, als Unkraut schon in N. Amerika (eb. XXVII, 2, 193).

T Bozen, auf Wiesen (Haußmann 1493).

549. *Puschkinia scilloides*: Kaukasus u. Kleinasien (Engl.-Prantl, II, 4, 68).

Bö Im Haine v. St. Prokop bei Prag **seit mehr als 30 Jahren verw.** (Čelakovsky, Ber. d. b. G. 1887. S. CXXIV).

550. *Endymion patulus*: S. W. Europa bis S. Frankreich.

Be Lüttich (vgl. Bot. J. III 668). Nach der Notiz in De Wildeman et Durand. Prodr. Fl. Belg Phanerog. S. 162 erscheint die Verschiedenheit der belgischen, als einheimisch angegebenen Pflanze (auch bei Thielt und Tournai) von dem einheimischen *E. non scriptus* doch recht fraglich.

L[2]) In d. Umgebg. v. S. Nicolo d'Oltre, Pirano und Corte d'Isola auf Grasplätzen so häufig verw., daß er als **eingebürgert** angesehen werden kann (Pospichal, Fl. d. östr. Küstenl. I, 229).

551. *Scilla*[3]) *sibirica*: Mittel u. S. Rußland, Kaukasus (Richter, Plant. eur. I, 219).

Bö Prag: St. Procop, einigemale Čelakovsky, Prodr. 90).

552. *Allium paradoxum*: Sibirien; eingebürgert bei Edinburg (Bot. J. XXIII, 1895, 2. S. 225).

Br Verw. zahlreich im Berliner Bot. Garten (Siehe. Ascherson), sowie auf d. Pfaueninsel bei Potsdam seit Jahren (Büttner, Fl. adv. march. 55), neuerdings auch bei Nikolskoe (Arth. Krause, 1895 Born, 1902 Kreuter n. Aschersons Aufz.).

---

[1]) Exp. eines *Ixiolirion* sah Herr Prof. Ascherson in einem Garten bei Stendal verwildert — *Tulipa gesneriana*, das aber nach Solms nur ein Gesamtname für Gartentulpen ist, wird als verw. von Helgoland (Ascherson, Wiss. Meeresf. 106) genannt, bei Koch dagegen nur zum Vergleich mit seiner *T. oculus solis*, die in Südtirol bei Cormacalda und S. Kocco vorkommt. (Sarnthein, Öst. B. Z. 41, 108). Die Kochsche in Wallis eingebürgerte Pflanze d. N. ist nach neuerer Auffassung *T. didieri*.

[2]) *Bellevalia romana*, die im Gebiet nur in **L** vorkommt, hält Pospichal (I, 228) wenigstens bei Pirano für einheimisch; sie fand sich auch eingeschl. am Campo Marzio bei Triest (Marchesetti, Soc. Adr. VII, 166).

[3]) *Ornithogalum pyramidale*, das aber wohl nur eine Unterart des von Koch genannten *O. narbonense* ist, wurde in **M** (Wald bei Neumühl a. d. Thaya) verw. beobachtet (Schierl, Öst. b. Z. 39 n. Aschersons Aufz.).

Bö Prag, Stern und Hetzinsel (absichtlich ausgesät) (Čelakovsky, Prodr. 94[1]).

553. *A.*[2]) *atropurpureum*: Ungarn, Thracien, Asien (Richter, Plantae europeae I, 210).

N Moosbrunn unweit Wien (Reichardt, Sitzungsber. d. b. Ges. Wien. 1874. S. 37).

554. *A. tataricum*: S. Rußland, Turkestan.

H Kassel: Weinberg südl. d. Stadt (König, D. b. M. 1887. S. 174).

555. *A. moly*: S. Europa bis Siebenbürgen u. Frankreich.

Hc Mühlhausen: Hospitalgarten (Möller, Fl. v. N. W. Thür. II, 78 f.).

556. *Chionodoxa luciliae*: Kleinasien.

Sl Görlitz, seit Jahren auf den Beeten d. bot. Gartens im Verwildern begriffen (Barber, Abh. natf. Ges. Görl. 23, 1901. S. 143).

557. *Asphodelus tenuifolius*: Spanien, Kanaren, N. Afrika, Ionische Inseln, Arabien, S. Persien, Indien, verw. auf Mauritius.

Be Verviers (Halin B. S. B. Belg. 34, 2, 147).

Sw Hamburg (als *A. fistulosus*: J. Schmidt, D. b. M. XIII, 111, berichtigt eb. XV, 183).

Br Berlin: Teglerstraße 1896 (R. und O. Schulz), Verh. Brand. XXXVIII, S. XLVIII, Rüdersdorf (1893 Brenning, 1894 R. u. O. Schultz), Köpenick 1893, Conrad eb. S. 90: Samen unter Getreide d. Proviantamts (Wittmack); vgl. auch Ascherson, naturw. Wochenschrift. 1894. S. 18.

Bd Mannheim (Bähr u. Ascherson, Verh. Brand. XVIII, 90).

558. *Tradescantia virginica*: Verein. Staaten u. Mexiko (Engl.-Pr., II, 4, 68).

S St. Gilgen (Fritsch, Ber. d. b. G. 17. S. 83).

559. *Commelina communis*.

Schw Agno am Luganer See (Callon u. Favrat, Ber. d. b. G. 6 p. CLIII, Knetsch u. Aschersons Aufz.).

560 *Juncus microcephalus*: Mexiko bis Chile u. Argentinien (Buchenau, Monogr. Juncacearum 342 f.).

Hc Hannover: Döhrener Wollwäscherei (Alpers, Ber. d. b. G. VIII. S. 121).

561 *Cyperus vegetus*: heimisch(?) in N. Amerika (Richter, Plantae europeae I, 134), auch in Chile u. Argentinien (Bot. J. XXI, 1893, 2, 141), Spanien u. Frankreich eingebürgert.

Be Vesdre-Tal (Durand, B. S. B. Belg. 24, 2, 144).

---

[1]) Ebenda nennt er *A. odorum* auf Felsen bei Prag 1866 angepflanzt, solche Arten können, wenn sie sich nicht lange halten und weiter ausbreiten, hier kaum gerechnet werden.

[2]) *A. neapolitanum* findet nach Pospichal Fl. d. östr. Küstenl. am Campo Marzio in Triest (im schattigen Buschwerk) bei Arco in Süd-T und Tarascon i. d. Provence die nördlichsten Punkte seiner Verbreitung; er hält es also für heimisch, während Marchesetti (Soc. Adr. VII, 166 u. Fl. di Trieste 569) es bei Triest für verw. hält.

Sw Hamburg: Kl. Grasbrook (Zimpel u. Pieper, D. b. M. 17. 1899. S. 125), Wollkämmerei am Reiherstieg (A. Mohr, eb. 20. 1902. S. 168).

Br Berlin: Bahnhof Bellevue (Taubert, Bünger, Verh. Brand. 26. S. 210).

562. *C. congestus*: Australien, Kapland, Kleinasien, Konstantinopel (Richter, Plant. eur. I, 134); auch in Unteritalien (Bot. J. VI, 2, 575).

Br Neuruppin, Seeufer 1874 (Warnstorf, Verh. Brand. 20. S. 109).

563. *C. glaber:* Mittelmeerländer, Vorderasien, trop. Afrika.

B Nürnberg: Talübergang b. d. Johannisbrücke (Schwarz, Fl. v. Nürnberg-Erlangen S. 1161 als *C. patulus*).

Über Embryosack-Obliteration bei Bastardpflanzen.

Von

G. Tischler.

(Mit Tafel 5.)

Während experimentelle Untersuchungen über pflanzliche Bastarde gegenwärtig in vollem Flusse sind, ist die cytologische Seite der ganzen „Bastard-Frage" bisher erst sehr wenig behandelt worden. Es scheint mir, daß für die nächste Zeit hier namentlich zwei Probleme in Angriff genommen werden müssen. Einmal, und das dürfte die schwierigere Aufgabe sein, ließen sich vielleicht genauere Daten gewinnen, durch welche die experimentell erkannte Tatsache der Rückschläge zu den elterlichen Merkmalen auch morphologische Stützen fände. Ein erster Anlauf in dieser Richtung ist vor kurzem von Rosenberg[1]) versucht worden, der bei der Bildung der Pollenkörner von *Drosera rotundifolia* L. und *D. longifolia* L. Kerne mit der Chromosomenzahl der beiden Eltern (10 und 20) neben solchen mit der Mischung aus beiden (15) fand. Bei Konstatierung dieser Dinge wird man sehr vorsichtig zu Werke gehen müssen, da bei sehr vielen Pflanzen genauere Zählungen der Chromosomenzahl mit Sicherheit kaum ausgeführt werden können (hat doch selbst Rosenberg[2]) bei der eben erwähnten *Drosera rotundifolia* früher eine andere Chromosomenzahl als 20 [resp. nach Reduktion 10] angegeben!). Weiterhin wird eine Lösung der angedeuteten Aufgabe deshalb recht schwierig sein, weil wohl ziemlich selten zwei nahestehende Pflanzen, die Bastarde liefern können, in der Zahl der Chromosomen Verschiedenheiten zeigen.

In dieses Gebiet würden auch die Forschungen darüber gehören, ob für die von V. Häcker[3]) aufgestellte Vermutung, daß

[1]) Rosenberg, O., Das Verhalten der Chromosomen in einer hybriden Pflanze. (Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. 21. 1903.)

[2]) Rosenberg, O., Physiologisch-cytologische Untersuchungen über *Drosera rotundifolia* L. Upsala 1899.

[3]) Häcker, V., Über das Schicksal der elterlichen und großelterlichen Kernanteile. Morphologische Beiträge zum Ausbau der Vererbungslehre. (Jen. Zeitschr. für Naturwiss. Bd. 37, NF. Bd. 30. 1902.)

bei Bastarden vielleicht eine nicht genügend große Affinität der männlichen und weiblichen Chromosomen vorhanden sei, deren innige Durchmischung nach diesem Autor ja erst bei der Keimzellbildung vor sich gehen solle, sichere Anhaltspunkte zu erweisen sind. Es kann sein, daß z. B. gewisse Bilder, die von Juel[1]) bei der Teilung der Pollenmutterzellen des Bastards *Syringa chinensis* Willd.[2]) gefunden wurden, in dieser Richtung gedeutet werden müssen.

Das zweite Problem, das mit dem eben skizzierten in ziemlich innigem Zusammenhange steht, weshalb die Bastarde so häufig steril sind, ist zwar schon seit langer Zeit aufgeworfen, aber bis jetzt noch durchaus nicht befriedigend gelöst worden. Man nahm im allgemeinen an, daß wohl die Pollenkörner „abnorm" ausgebildet werden, während die Samenanlagen für gewöhnlich wie bei den Eltern gebaut sind. Hier dürften cytologische Untersuchungen noch manche interessante Aufschlüsse geben. Von solchen liegt meines Wissens für die Bildung der Pollenzellen nur die erwähnte Juelsche Arbeit vor, während die Entwicklung des Ovulum für eine hybride Pflanze vor kurzem von mir bei *Cytisus Adami*[3]) beschrieben wurde. Eine ältere Publikation von Guignard[4]) vom Jahre 1886 berichtet nur ganz kurz über derartige Forschungen, er erwähnt u. a. die inter-

[1]) Juel: Beiträge zur Kenntnis der Tetradenteilung. II. Die Tetradenteilung bei einer hybriden Pflanze. (Pringsh. Jahrb. Bd. 35. 1900.)

[2]) Ich wähle anstatt *Syringa rothomagensis* Hort. den gebräuchlicheren Namen *Syr. chinensis* Willd.

[3]) Tischler, G., Über eine merkwürdige Wachstumserscheinung in den Samenanlagen von *Cytisus Adami*. (Ber. d. Deutsch. bot. Ges. Bd. 21. 1903.)

[4]) Guignard, L., Sur les organes reproducteurs des hybrides végétaux. Das Résumé ist in den Compt. rendus. Bd. 103. 1886. p. 769—772, die ausführliche Mitteilung in dem Bull. trimestr. de la Soc. botan. de Lyon. 1886. Nr. 3. p. 66ff. enthalten. Herr Prof. Guignard hatte die Liebenswürdigkeit, mir letztere Publikation zuzuschicken. Auf p. 12 des Sep.-Abdr. findet sich auch eine Beschreibung der Samenanlagen von *Cytisus Adami*. Ich bedauere, diese Arbeit bisher übersehen zu haben, doch fand ich sie, weil in einer schwer zugänglichen Zeitschrift veröffentlicht, überhaupt nirgends zitiert. Im Résumé in den Comptes rendus wird *Cytisus Adami* nicht erwähnt. Die Ausführungen Guignards über letztere Pflanze entsprechen in den gröberen Zügen ganz meinen Untersuchungen; nur ist von Guignard nicht klar zum Ausdruck gebracht, daß der Nucellus anfangs (wie das in Fig. 1 meiner Abhandlung abgebildet ist) nicht über das innere Integument herausragt, und daß er erst nachträglich ein so starkes Wachstum zeigt. („Dans le plupart des cas, le nucelle ovulaire, au lieu d'être recouvert insensiblement par ses deux téguments, dans le cours de son évolution, reste (von mir gesperrt) saillant à l'extérieur et comme en partie évaginé".) Genauere cytologische Daten werden über die Entwickelung der Samenanlagen nicht gegeben. Hervorzuheben ist aber, daß bei den aus Paris stammenden Exemplaren des *Cytisus Adami* die Verhältnisse ähnlicher unseren aus Heidelberg lagen, als bei denen des Lyoner Gartens. Wenn in den Samenanlagen des ersteren nämlich ein Embryosack angelegt wurde, kam es fast nie über die Teilung des primären Embryosackkernes hinaus und dann begann bereits die Deformation. Bei letzteren hatten sich vielfach anscheinend normale Embryosäcke gebildet, doch trat auch hier stets ein Absterben des Ovulum auf dieser Stufe ein.

essante Tatsache, daß bei hybriden *Begonien* bisweilen ein Embryosack völlig fehlt und bei einem *Montbretia*-Bastard die Ausbildung desselben frühzeitig gehemmt wird.

Nach den von mir bei *Cytisus Adami* gewonnenen Resultaten lag es nahe, andere stets sterile Bastarde auf das Verhalten ihrer Samenanlagen hin zu studieren und so zu sehen, ob die Abnormität von *Cytisus Adami* auch weitere Verbreitung habe. (Man hätte von vornherein ja auch denken können, daß vielleicht der genannte Goldregen-Bastard nicht auf sexuellem Wege gewonnen, sondern ein Pfropfbastard wäre, und daß die an ihm gefundenen Eigentümlichkeiten nicht auf unzweifelhaft sexuell erzeugte Hybriden übertragen würden.) Ich wählte zu diesem Zwecke die in Heidelberg viel kultivierten *Ribes Gordonianum* Lem. (= *Ribes aureum* Pursh + *R. sanguineum* Pursh oder *R. malvaceum* Sin.) und die nämliche Pflanze, die Juel auf die Bildung der Pollenkörner hin untersuchte, nämlich *Syringa chinensis*.

Der erstere der beiden Bastarde hat zu seinen Eltern zwei Pflanzen, die sich systematisch nicht nahe stehen[1]), eine Wiederholung der Kreuzung ist bis jetzt wie bei *Cytisus Adami* nicht gelungen; bei dem Flieder-Bastard hingegen dürfte die Sterilität weniger durch systematische Gesichtspunkte — denn die beiden Eltern *Syr. vulgaris* L. und *Syr. persica* L. sind recht nahe verwandt — als durch die Kultur bedingt sein, worauf wir erst am Schlusse unserer Abhandlung näher eingehen wollen.

Um etwaige Abnormitäten in der Bildung der Samenanlagen richtig deuten zu können, mußte ich zunächst das Verhalten der Eltern in diesem Punkte kennen lernen.

Für *Ribes aureum* wie *R. sanguineum* liegen allerdings derartige Untersuchungen schon vor (namentlich aus den Jahren 1878—1880), außerdem für einige nahestehende *Ribes*-Arten[2]). Es ist aber von diesen Arbeiten das nämliche zu sagen, was fast für alle Publikationen jener Zeit gilt, daß das Hauptgewicht nur auf die Vorgänge, die zur Bildung der Embryosackmutterzelle und des Embryosacks führen, gelegt, die umliegenden Gewebe des Nucellus und der Tegumente dagegen recht vernachlässigt wurden und niemand z. B. auf die mannigfachen Einrichtungen hinwies, die betreffs der Nahrungsleitung zu dem Embryosack wie

---

[1]) Siehe auch de Vries. Die Mutationstheorie. Bd. II. p. 59.

[2]) Hofmeister, W., Neuere Beobachtungen über Embryobildung der Phanerogamen. (Pringsh. Jahrb. Bd. 1. 1858 (*Rib. Grossularia*). Warming, De l'ovule. (Annal. d. sc. nat. Sér. VI Botanique. Tome V. Paris 1878 (*Rib. nigrum*, und zwar die allerersten Stadien); Vesque, Nouvelles recherches sur le développement du sac embryonnaire des phanérogames angiospermes.) Ann. d. sc. nat. Sér. VI Botanique. Tome VIII. Paris 1879 (*Ribes malvaceum* = *R. sanguineum*); Guignard, Recherches sur le sac embryonnaire des phanérogames angiospermes. (Ann. d. sc. nat. Sér. VI Botan. Tome XIII. Paris 1882 (*Ribes rubrum* und *R. sanguineum*: doch im wesentl. nur Verhalten der Antipoden). Zitiert bei Guignard sodann: Warming: Om planteaeggets og dets enkelte deles rette homologier. (Journal de Botanique Sér. III. Vol. III. Kopenhagen 1878 (*Rib. rubrum*): Fischer, A., Zur Kenntnis der Embryosackentwickelung einiger Angiospermen.) Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. XIV. NF. Bd. VII. Jena 1880 (*Rib. aureum*).

später zu dem jungen Embryo vorhanden sind. Es waren dies Aufgaben, die ja naturgemäß erst nach genauer Kenntnis der Sexualzellen selbst in Angriff genommen wurden.

Wir wollen daher auf die Verhältnisse bei den Eltern unseres Bastards *R. Gordonianum* etwas genauer eingehen.

Die anatropen Samenanlagen werden von zwei Integumenten umhüllt, die beide anfangs zweischichtig sind, während später nur das innere zum größten Teile diese Reihenzahl behält und das äußere überall durch tangentiale Teilungen mehrschichtig wird. Am Mikropylarende bilden aber beide eine größere Zellenzahl aus, und wird der Nucellus hier von einer besonders dicken Integumentkappe überdeckt.

Im Nucellus differenziert sich recht früh eine Zellgruppe an der Chalaza, die in Wänden und Inhalt eine besondere Färbbarkeit zeigt. Es entspricht diese Partie somit ganz jenem Nährgewebe, das nach Billings[1]) hier bei so vielen Pflanzen entwickelt ist. Von ihm aus geht ein Strang ziemlich langgestreckter Zellen bis zu einem weiteren Nährgewebe hin[2]), das sich rings um die Archesporzelle durch Teilungen des Nucellus bildet. Wir sehen es in Fig. 1 für *R. aureum* schon recht deutlich zu einer Zeit, wo gerade die Tetradenteilung[3]) abgeschlossen ist. Zwei der vier Zellen sind noch gut erhalten, die beiden anderen (in Figur nur eine zu sehen) schon völlig degeneriert. Im Laufe der Entwickelung des Embryosacks wird das Nährgewebe in seinem oberen Teile ganz aufgebraucht, während das untere Ende noch länger intakt bleibt und jedenfalls die Zuleitung der Nährstoffe besorgt.

Die Figuren 2 resp. 3 und 6 sollen uns die Stadien von *Rib. aureum* und *sanguineum* darstellen, in denen der Embryosack reif zur Befruchtung ist. Wir sehen in beiden die entwickelte Eizelle und 2 Synergiden und bemerken, daß erstere stets tiefer herabhängt als letztere. (Fig. 4 gibt uns einen Querschnitt von *Rib. aureum* durch diese Region.) Die Polkerne sind ausnahmslos bereits miteinander verschmolzen; schon Vesque sagt l. c, p. 345: daß die Vereinigung der beiden vor sich gehe „dans un temps si court et une manière si complète, que je n'ai pas pu saisir les états intermédiaires“. Ich fand den sekundären Embryosackkern in eine größere Masse Plasma eingehüllt immer in der Nähe der Antipoden. Letztere sind nun völlig in das „Nährgewebe“ eingebettet, und es ist häufig recht schwer zu entscheiden, ob wir Nucelluszellen oder Antipoden vor uns haben. Dies mag auch der Grund gewesen sein, warum die Forscher, die *Ribes* zuerst untersuchten (Hofmeister und Vesque), nur eine einzige Zelle hier am Grunde des Embryo-

[1]) Billings Fred. H., Beiträge zur Kenntnis der Samenentwickelung. (Flora. Bd. 88. 1901.)

[2]) Schon Vesque (l. c. p. 347) hat es offenbar gesehen, doch knüpft er unrichtige Vorstellungen an dasselbe.

[3]) Daß hier wirklich 4 Tochterzellen aus dem Archespor resultieren, hat zuerst A. Fischer l. c. p. 117 konstatiert.

sackes sahen, die Hofmeister für eine Antipode, Vesque für eine „Antikline" hielt [1]). Namentlich Fig. 7 a u. b zeigt uns für *Ribes sanguineum* genau die gegenseitige Lagerung der Antipoden an; diese kann, wie ich mich an mehreren Präparaten überzeugte, innerhalb gewisser Grenzen verschieden sein.

Nach der Befruchtung degenerieren die Antipoden bald gänzlich, und der letzte Rest des Zellgewebes wird allmählich aufgezehrt.

Ganz anders sind nun die Bilder, die uns *Ribes Gordonianum* bietet. Die jüngsten Stadien zeigen allerdings noch keine Unterschiede gegenüber *Ribes aureum* oder *sanguineum*. Von der Zeit an aber, in der sich ein „Nährgewebe" im Nucellus differenziert, beginnt die Verschiedenheit. Von diesem nämlich werden umgekehrt wie bei beiden Eltern die Archesporzelle oder die aus der Tetradenteilung hervorgegangenen Tochterzellen sehr bedrängt. Fig. 8 zeigt uns solch ein Stadium: in der Mitte sieht man 4 Zellen offenbar in Degeneration begriffen, bei der Tinktion mit Flemmings Dreifarbengemisch fast gleichmäßig rot gefärbt. Auffallend ist ferner, daß die Nachbarzellen erheblich größer und vakuoliger als die gewöhnlichen Zellen des Nährgewebes sind. In vielen Fällen scheint es nun, als ob von letzteren der Raum, den das Archespor oder dessen Tochterzellen besaßen, ganz eingenommen wird. Fig. 9 soll einen derartigen Fall, der ungemein häufig vorkommt, illustrieren. An der Chalaza sehen wir auch hier wieder eine sich dunkler färbende Gewebepartie, von der einige Reihen ziemlich langgestreckter Zellen nach dem oberen Nährgewebe hingehen. Dieses besteht aus annähernd gleich großen und sich gleichförmig färbenden Zellen und geht nach der Mikropyle zu in das gewöhnliche Gewebe des Nucellus über. Der Übergang ist aber ganz allmählich im Gegensatz zu der sonstigen scharfen Begrenzung, die durch die Dunkelviolettfärbung der Zellwände charakterisiert ist. Man könnte vielleicht denken, Fig. 9 sei kein medianer Längsschnitt und nur deshalb von einem Raum, den der Embryosack einnehmen könnte, nichts zu sehen. Doch geben uns Querschnitte den unzweifelhaften Beweis, daß häufig (Fig. 11) überall das Nucellusgewebe in der Mitte sich berührt und keine zerquetschten Zellen mehr dort vorhanden sind. Zuweilen finden wir wohl auch im Innern die Andeutung eines Embryosackes (Fig. 10), aber wenn wir selbst solch ein Bild mit dem von *Ribes aureum* vergleichen,

[1]) Vesque nannte „cellules anticlines les cellules-mères spéciales qui n'interviennent pas dans la formation du sac embryonnaire proprement dit" (l. c. p. 345). Diese Namengebung hing mit seiner unrichtigen Anschauung zusammen, wonach hier in dem jungen Nucellus 3 Spezial-Mutterzellen zu unterscheiden wären, von denen Zelle 1 und 2 zu dem Embryosack verschmelzen, der Kern von Zelle 1 die Kerne der Eizelle, der Synergiden und den oberen Polkern, der Kern von Zelle 2 den untern Polkern liefern sollte. Die dritte der „Spezial-Mutterzellen" bleibe dann, ohne eine Tetradenteilung zu erfahren, unter dem Embryosack liegen und sei die Hofmeistersche Antipode. („Hofmeister l'a naturellement prise pour une antipode!")

ist der Gegensatz noch immer frappant genug. Halten wir z. B. Fig. 10, die sogar noch bei einer stärkeren Vergrößerung gezeichnet ist, der Fig. 5 gegenüber, wo der Schnitt gerade in der Höhe des Polkerns geführt ist, so fällt uns auf, daß, ganz abgesehen von der Größe des Lumens, bei letzterer auch die 2 Schichten des Nährgewebes völlig fehlen. In den allerseltensten Fällen endlich, genau wie bei *Cytisus Adami*, haben wir einen vollständig normalen Embryosack mit Eizelle, Synergiden, Polkern und Antipoden (Fig. 12); ich fand ein solches Stadium unter Hunderten von Ovula nur ein einziges Mal. Das Bild ist ganz ähnlich den entsprechenden Stadien von *Ribes aureum* oder *sanguineum*, da auch hier der Embryosack mit seinem zugespitzten Ende in den Rest des Nährgewebes eingesenkt und letzteres im ganzen oberen Ende bereits aufgebraucht ist.

Für gewöhnlich gilt also bei *Ribes Gordonianum* ganz das nämliche wie bei *Cytisus Adami*. Der Unterschied liegt (abgesehen von dem für unsere Frage ganz nebensächlichen Herauswachsen des Nucellus aus der Mikropyle) nur darin, daß bei Ribes ein besonderes Gewebe, das sonst immer nur zur Nahrung für den wachsenden Embryosack da ist, dessen Verdrängung übernimmt, während bei *Cytisus* willkürlich einige Nucelluszellen sich vergrößern und unter Vakuoligwerden und Einlagerungen von Fettröpfchen gegen denselben vordringen.

Auf eine Abnormität, die ich einmal bei *Ribes Gordonianum* fand, will ich noch eingehen, weil derartige Fälle im ganzen selten angeführt sind. Fig. 13 zeigt uns den Querschnitt durch zwei Samenanlagen, die von einem gemeinsamen äußeren Integument umgeben sind, während jede noch ein eigenes inneres hat. M. Körnicke[1]) hat z. B. einen ähnlichen Fall bei *Podophyllum peltatum* beschrieben. Interessant ist bei *Ribes* noch besonders, daß in der Mitte eine Verwachsung auch der beiden inneren Integumente vor sich geht. Da jedes 2 Zellschichten dick ist, müßten eigentlich i. g. 4 hier zusammentreffen. Und in der Tat finden wir dies auch an einem Ende. Wir sehen aber auf Fig. 14, wie allmählich die beiden äußeren Schichten den inneren gegenüber zurücktreten, und wie schließlich in der Mitte die zwei inneren allein übrig geblieben sind. —

In gleicher Weise, wie ich für *Ribes Gordonianum* zuerst die Eltern genauer auf die Ausbildung der Samenanlagen untersuchte, verfuhr ich auch für *Syringa chinensis*. Ich will zunächst auf die Sachlage bei *Syringa vulgaris* eingehen, dagegen *Syringa persica* vorläufig noch unberücksichtigt lassen, und kann ich mich hier um so kürzer fassen, als über die Ovula der *Oleaceen* eine neuere Publikation von Fred. H. Billings[2]) vorliegt und in dieser auch auf die hier vorhandene charakteristische Differenzierung in dem Integument ausreichend hingewiesen ist.

[1]) Körnicke, M., Studien an Embryosack-Mutterzellen. (Sitz.-Ber. der Niederrh. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde. Bonn 1901.)

[2]) Billings, Fred. H., l. c. p. 300—303.

Bei *Syringa* wird nämlich nicht wie bei *Ribes* vom Nucellus ein besonderes Nährgewebe ausgebildet, vielmehr ist dieser sehr frühzeitig von dem wachsenden Embryosack aufgebraucht und bleibt nur an der Basis des letzteren noch gut erhalten. Daher grenzt zur Zeit der Blütenöffnung der Embryosack unmittelbar an das Integument. Die innerste Schicht desselben ist zu einem „Endothel" geworden, um einen Ausdruck von Schwere[1]) zu gebrauchen, und dürfen wir in diesem wohl eine Zellschicht sehen, die analog dem besonders differenzierten Teile des Nucellus von *Ribes* im Dienste der Embryosackernährung steht. Schwere[2]) und Billings[3]) wiesen ja schon die ältere Ansicht von Hegelmaier[4]) zurück, wonach wir in dem Endothel nur einen Schutz für den Embryosack zu erblicken haben. — In dieser Zellschicht fällt zunächst auf, daß größere und kleinere Zellen vorhanden sind, ja einige sind zugunsten ihrer Nachbarn zerdrückt (Fig. 15 a), ohne daß ich hierfür einen Grund einzusehen vermöchte, und ohne daß darin eine besondere Gesetzmäßigkeit läge. Mitunter sieht man auch 2 Kerne in einer Zelle. Der Embryosack ist ganz normal; in Fig 15 haben wir eine große Eizelle mit einer diese z. T. verdeckenden Synergide und am entgegengesetzten Ende drei kleine Antipoden, die vielfach allerdings nicht deutlich zu konstatieren waren. Die beiden Polkerne liegen entweder weit auseinander oder aber auch dichter zusammen; zuweilen sind sie in Verschmelzung begriffen. Neben den Antipoden fallen einige ganz zerdrückte Zellen des Nucellus auf (b), nach der Chalaza zu ist letzterer aber normal und bietet nichts Erwähnenswertes. Weiterhin haben wir in der Antipodialregion gerade die Stelle, an der die Differenzierung des Endothels beginnt.

Das möge von *Syringa vulgaris* gesagt sein; die weiteren Schicksale nach der Befruchtung interessieren uns hier nicht und können bei Billings nachgelesen werden, der sie ausführlicher beschreibt, während er für das von uns näher skizzierte Stadium andere *Oleaceen* als Typus gewählt und es somit gerade für *Syringa* gar nicht näher behandelt hat.

Betrachten wir nun unseren Bastard: *Syringa chinensis*. Ein Blick auf Fig. 16 und 17 erläutert uns die Verhältnisse besser als viele Worte. Der Raum, den der Embryosack einnehmen sollte, ist auf einen schmalen Spalt beschränkt worden, häufig stoßen die Endothelzellen auch unmittelbar aneinander, eine wirklich normale Ausbildung sah ich überhaupt niemals! Billings[4]) gibt auch für *Syringa dubia* (Pers. = *chinensis Willd.*) an, daß sie einen unvollständig entwickelten Embryosack besitze, und daß eine Befruchtung nie eintrete. Er scheint dies aber

[1]) Schwere. Zur Entwickelungsgeschichte der Frucht von *Taraxacum officinale*. (Flora. Bd. 82. 1896.) Schweres „Endothel" = Hegelmaiers „Endodermis" = „Tapetum" von Billings etc.)

[2]) l. c. p. 314.

[3]) Hegelmaier. Über den Keimsack einiger Kompositen und dessen Umhüllung. (Bot. Ztg. 1889. p. 837 ff.)

[4]) l. c. p. 303.

mehr auf den seit Hofmeister bekannten Typus gewisser *Amentaceen*[1]): *Corylus*, *Quercus* etc. zurückführen zu wollen, bei denen auch zur Zeit der Blütenöffnung noch nicht ein Embryosack völlig ausgebildet ist, dieses aber später nachgeholt wird. Ich glaube dagegen, daß wir diese Hemmung in der Embryosackbildung, die in extremen Fällen bis zur spaltförmigen Verengung desselben geht, auf andere Weise „erklären" müssen. Einmal mag wohl die Bastardnatur der Pflanze hier mitsprechen, dann aber kommen jedenfalls gewisse Einflüsse, die wir gleich bei *S. persica* besprechen wollen, dazu, die den ersteren noch verstärken. Wir müssen ja immer bedenken, daß *Syringa vulgaris* und *Syr. persica* sich systematisch sehr nahe stehen und wir die vollständige Sterilität, die uns bei *Cytisus Adami* und *Ribes Gordonianum* ja „verständlich" erscheint, allein durch die systematische Stellung uns hier nicht zu erklären vermögen.

Die Endothelzellen bei *Syringa chinensis* sind gegenüber *Syr. vulgaris* um ein gut Stück länger und haben somit von dem Raum des frühzeitig degenerierten Embryosacks Besitz ergriffen. Zuweilen — und das ist auch in Fig. 16 angedeutet — liegt in der Mitte der Spalte nur ein Rest von Plasma vor, als einziges Zeichen davon, daß wir es hier mit einer lebenden Zelle ehemals zu tun hatten. Fig. 18 soll uns sodann noch die Stelle zeigen, an der die Endothelschicht des Integuments entspringt. Vergleichen wir sie mit der entsprechenden Region in Fig. 15. Bei *S. chinensis* sind die Nucelluszellen alle völlig intakt; eine leichte Schrumpfung, die ich im Gegensatz zu den Zellen des Endothels hier sah, war wohl durch die Fixierungsmittel hervorgerufen worden.

Wenn Juel[2]) sagt: „Aus meiner Untersuchung von der Pollenbildung bei *S. rothomagensis* geht jedenfalls hervor, daß die Sterilität hier durch Abnormitäten der Tetradenteilung hervorgerufen wird", so ist darauf zu antworten, daß dies ganz gewiß zur Sterilität beiträgt, aber mindestens ebenso wichtig sind die Vorgänge in der Samenanlage, die es nie bis zur Ausbildung eines normalen Embryosackes kommen lassen. Die männlichen und weiblichen Sexualorgane zusammen sind bei *Syr. chinensis* unfähig, eine Befruchtung zu ermöglichen, nicht etwa nur die männlichen allein.

Wir vergessen immer wieder zu leicht, was Chas. Darwin[3]) schon vor langen Jahren ausgesprochen hat: „Wir müssen uns aber daran erinnern, daß bei hybriden Formen die Ovula lange nicht so häufig untersucht worden sind, als der Pollen, und sie mögen wohl viel häufiger unvollkommen sein, als allgemein angenommen wird."

---

[1]) l. c. p. 98 ff.

[2]) l. c. p. 649.

[3]) Darwin, Chas., Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation. Übersetzt von J. V. Carus. Bd. I. Stuttgart 1868. p. 423. s. auch de Vries, Mutationstheorie. Bd. II. p. 58.

Sodann hat Juel noch eine Erwägung außer acht gelassen, und das ist das Verhalten von *Syringa persica*, dem zweiten Elter. Juel sagt selbst (p. 640), daß diese Pflanze fast denselben Grad von Sterilität besitzt als der Bastard. Es spielen bei *S. persica* also jedenfalls nicht Bastardeinflüsse mit und müssen wir versuchen, noch einen anderen „Erklärungs“weg heranzuziehen. Auch hier gibt Darwin uns schon einen Fingerzeig[1]), ja er erwähnt sogar gerade die von uns behandelten Pflanzen. „Es ist notorisch, daß viele Pflanzen in unseren Gärten und Warmhäusern, trotzdem sie in der vollkommenen Gesundheit erhalten werden, selten oder niemals Samen produzieren.“ Auch wenn wir eine Reihe von Pflanzen, bei denen z. B. Nichtvorhandensein der bestäubenden Insekten etc. in erster Linie die Sterilität verursacht, hier ausscheiden, bleiben noch eine Menge übrig, wo wir gar keinen zureichenden Grund für das Fehlen einer Befruchtung anführen können. Wohl mit Recht fährt Darwin dann weiter fort, „daß wir die Unfruchtbarkeit vieler ausländischer Pflanzen einer Veränderung des Klimas zuschreiben müssen. So produzieren der persische und chinesische Hollunder (*Syringa persica* und *chinensis*) trotzdem sie völlig kräftig sind, hier (d. h. in England) niemals einen Samen; der gemeine Hollunder (*S. vulgaris*) trägt bei uns mäßig guten Samen, aber in einigen Teilen von Deutschland enthalten die Kapseln niemals Samen.“ [2])

Natürlich braucht morphologisch, auch wenn verschiedene Einflüsse die Sterilität bedingen sollten (bei *S. chinensis* Bastardnatur und Kultureinfluß, bei *S. persica* letzterer allein) sich kein Unterschied in beiden Fällen bemerkbar zu machen. Ich glaube, daß ebenso wie bei *S. vulgaris* bis 50 Proz. der Pollenkörner durch anormale Kernteilungen erzeugt werden, sich bei *S. persica* fast alle genau wie bei *S. chinensis* verhalten.

Wie bei *Syringa chinensis* entwickeln sich auch bei *S. persica* die Samenanlagen. Fig. 19 und 20 sollen uns eine Vorstellung von dem gewöhnlichen Aussehen des Nucellus geben, an der Stelle, wo das Endothel an der Basis beginnt. Ein Embryosack ist in den von mir gesehenen Präparaten wenigstens ebenso wenig ausgebildet wie bei *S. chinensis*. Die Endothelzellen haben wieder dessen ursprünglichen Platz — stellenweise bis zur Zusammendrängung zu einem schmalen Spalt — eingenommen, doch darf ich nicht verschweigen, daß letzterer in einzelnen Fällen nicht so enge war wie bei dem Bastarde. Das Nucellusgewebe ragt mitunter noch ein wenig in den von dem Endothel begrenzten Hohlraum hinein; diese Partie entspricht also den mit b bezeichneten zerdrückten Zellen von *S. vulgaris* und haben wir bei

[1]) l. c. Bd. II. p. 219.

[2]) Auch Ernst erwähnt (Beiträge zur Kenntnis der Entwickelung des Embryosackes und des Embryo (Polyembryonie) von *Tulipa Gesneriana* L. (Flora. Bd. 88. 1901), daß bei dieser so lange in Kultur befindlichen und immer nur vegetativ vermehrten Spezies (neben vielen andern „anormalen“ Stadien bei der Embryosackentwickelung) häufig eine Eizelle garnicht ausgebildet wird.

S. persica nur öfters die mittelste Reihe des Nucellus zusammengequetscht.

Bei dieser Ausbildung der Samenanlage ist es sowohl bei *S. chinensis* als auch bei *S. persica* kein Wunder, wenn, ganz abgesehen von der Pollenbildung, die Pflanzen steril sind. Ich habe an keinem einzigen der vielen Sträucher von diesen beiden *Syringa*-Arten, die in Heidelberg allenthalben angepflanzt sind, auch nur eine einzige Frucht gesehen!

Solche Obliterationen des Embryosackes, wie wir sie nun schon bei vier Pflanzen: *Cytisus Adami*, *Ribes Gordonianum* und den beiden Syringen näher kennen gelernt haben (dazu kämen noch die bei Guignard angeführten *Begonia*- und *Montbretia*-Hybriden), sind meines Wissens sonstwo nirgend in gleicher Weise beschrieben worden. Von Bornet[1]) liegt nur noch eine kurze Notiz über *Cistus*-Bastarde vor, denen ein Embryosack fehlt, de Vries in seiner Mutations-Theorie spricht sich ganz allgemein dahin aus[2]), daß er über die Art und Weise, wie die Eizellen steril werden, keine erwähnenswerten Angaben gefunden habe.

Eine teilweise Abschnürung und Obliteration des Embryosackes kommt allerdings häufiger vor, namentlich bieten die durch Hegelmaier[3]) genauer bekannten *Linaceen* schöne Beispiele hierfür.

Es lag nahe, die von uns geschilderten Pflanzen, die einen so verkümmerten Embryosack zeigen, mit solchen zu vergleichen, bei denen normal einige ganze Samenanlagen degenerieren. Vielleicht konnte auch bei ihnen die Hemmung in der Ausbildung beim Embryosack beginnen und dann erst bei den übrigen Teilen des Ovulum sich bemerkbar machen. Familler[4]) hat aber bei gewissen *Caprifoliaceen*, *Umbelliferen* und *Valerianaceen* gezeigt, daß der Hemmungsmodus hier ein absolut anderer ist. Gerade der Embryosack wird meist, wenn auch nicht immer, noch entwickelt, dagegen die Integumentbildung beträchtlich reduziert. Und „sind die verkümmernden Samenknospen in ihrem ganzen Aufbau den normalen gleich entwickelt, so sind sie wenigstens um ein bedeutendes kleiner als die fertilen Anlagen.“ Ähnlicher verhalten sich unseren geschilderten Bastarden schon gewisse „vergrünte“ Ovula[5]) insofern als häufig die Integumente kräftig entwickelt sind, während der Embryosack nicht mehr angelegt wird. Aber auch der Nucellus zeigt dann doch bereits immer eine starke „Verbildung“, wie sie sich in unserem Falle nicht findet. Es ist wohl unzweifelhaft, daß bei den von Familler studierten Pflanzen die Hemmung durch Ernährungs-

[1]) Zitiert bei Guignard l. i.

[2]) de Vries l. c. II. p. 62.

[3]) Hegelmaier, Fr., Über partielle Abschnürung und Obliteration des Keimsacks. (Ber. d. Deutsch. bot. Ges. Bd. IX. 1891.)

[4]) Familler, Biogenetische Untersuchungen über verkümmerte oder umgebildete Sexualorgane. (Flora. Bd. 82. 1896.)

[5]) Strasburger, Die Anpiospermen und die Gymnospermen. Jena 1879. p. 36ff.

mangel hervorgerufen wird, während man nicht einzusehen vermag, daß das nämliche auch für unsere Bastarde gelte, denn die auswachsenden vegetativen Zellen dürften nicht weniger Nahrungszufuhr als die sexuellen verlangen. Warum die Unterdrückung des Embryosackes stets bei gewissen Bastarden eintritt, das wissen wir zur Zeit absolut nicht, und ich glaube, wir können, wenn wir nicht die oben erwähnte Häckersche Vorstellung einer Vermischungsunmöglichkeit der bis dahin getrennten Chromosomen heranziehen, auch nicht leicht eine „Erklärung" versuchen.

Ich möchte, um Mißverständnissen vorzubeugen, aber noch besonders betonen, daß ich nicht der Meinung bin, daß überall bei sterilen Bastarden die Ovula mißgestaltet sind, und daß wir somit auch nur ein vollkommenes Analogon zu der Mißbildung der Pollenkörner vor uns hätten.

Gleich ein bei uns in Heidelberg fast ganz steriler Strauch, auf den ich zum Schluß noch mit ein paar Worten eingehen möchte, würde genügen, uns von einer derartigen Verallgemeinerung abzuhalten. Es ist dies *Berberis stenophylla* Hort. Die Pflanze wird meist als Bastard zwischen *Berb. Darwinii* Hook. und *B. empetrifolia* Lam. angesehen. Usteri[1]) leugnet zwar die Hybridnatur, aber die bei de Vries[2]) angeführten Literaturhinweise sowie Erfahrungen, die der langjährige Garteninspektor des botanischen Gartens in Kopenhagen, Herr Friedrichsen, mir bei meinem Aufenthalte im letzten Jahre daselbst mitteilte, scheinen mir Usteris Argumente definitiv zu widerlegen[3]).

Die Sterilität ist nämlich nur bei unserem Heidelberger Exemplar vorhanden, anderswo erzieht man gute Samen, die auch schöne Keimresultate liefern. Friedrichsen betont dabei ausdrücklich, daß Rückschläge zu einem Elter auftreten. Die wenigsten Keimpflanzen von *B. stenophylla* waren nämlich ganz schmalblättrige, die meisten näherten sich mehr oder weniger der echten *B. Darwinii.* Eine einzige solche sicher konstatierte Tatsache müßte, da natürlich an Bestäubung durch den Pollen der Eltern nicht zu denken ist, die Hybridität von *B. stenophylla* zur Gewißheit erheben.

Bei diesem in Heidelberg fast sterilen Strauche haben wir nun Blüten, die mir immer und ausnahmslos ganz normal entwickelte Samenanlagen zeigten. Zur Zeit der Blütenöffnung ist der Embryosack mit Eizelle, Synergiden, Polkernen und Antipoden gut ausbildet, und ich vermag zur Zeit nicht einzusehen,

---

[1]) Usteri, Das Geschlecht der *Berberitzen.* (Mitteilungen der Deutsch. dendrol. Gesellsch. 1899.) Es wird aber hier kein einziger Kulturversuch angeführt; aus rein morphologischen Merkmalen soll die Unmöglichkeit der Bastardnatur von *Berb. stenophylla* „bewiesen" werden.

[2]) De Vries, l. c. II. p. 65.

[3]) Es existiert allerdings noch eine chinesische *Berberis stenophylla* Hance (beschrieben in Journal of Botany. Vol. XX. 1882. p. 257), die eine gute Spezies ist. Doch gehört sie in den Verwandtschaftskreis von *B. Wallichiana* DC. und hat mit der *Berberis stenophylla* der Gärten nichts zu tun.

besonders da Insekten reichlich Zutritt haben, weshalb eine Befruchtung fast regelmäßig unterbleibt. Ebenso scheinen die Pollenkörner, wenn auch einzelne klein und offenbar degeneriert sind, im übrigen vollkommen gesund zu sein. Wir haben hier vielleicht — wenigstens nach unserer jetzigen Kenntnis — einen jener Fälle vor uns, in denen der Grund der Bestäubungsunmöglichkeit irgendwie in der Beschaffenheit des Plasmas liegt und so schwer beobachtet werden kann. Auch von anderen Pflanzen zeigen ja bestimmte Individuen trotz anscheinend guter Ausbildung der Sexualorgane niemals auch nur einen Fruchtansatz. So befinden sich 2 Kirschbäume im Heidelberger botanischen Garten, die alljährlich reichlich blühen und auch unter gut tragenden stehen, niemals aber eine Kirsche hervorbringen. Gerade über diese Pflanze soll, namentlich in gärtnerischen Zeitschriften, öfters deshalb geklagt werden. Es wäre vielleicht lohnend, durch genauere cytologische Forschungen mit Hülfe der modernen Tinktionsmethoden auch hier zu versuchen, allmählich über den Grund der Sterilität eine klarere Vorstellung zu bekommen. —

Heidelberg, den 2. Juli 1903. Botanisches Institut.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1. *Ribes aureum.* Teil einer jungen Samenanlage. Die Tetradenteilung der Archesporzelle gerade beendet; außer der künftigen Embryosackzelle noch eine darüber liegende annähernd intakt, die beiden anderen (in Figur nur eine zu sehen) schon degeneriert. Ein besonderes „Nährgewebe“ hat sich bereits aus dem Nucellus differenziert. Vergr. 700.

Fig. 2. *Ribes aureum.* Samenanlage zur Zeit der Blüte. Nährgewebe nur noch am Fuß des Embryosackes erhalten. Vergr. 120.

Fig. 3. *Ribes aureum.* Embryosack in demselben Stadium wie Fig. 2, die Eizelle hängt etwas tiefer als die Synergiden herab, der sekundäre Embryosackkern liegt in dichtem Plasma in der Nähe der Antipoden, diese selbst sind tief in das „Nährgewebe“ eingesenkt. Vergr. 400.

Fig. 4. *Ribes aureum.* Querschnitt durch den Embryosack in Höhe des Eiapparates. Vergr. 400.

Fig. 5. *Ribes aureum.* Querschnitt durch den Embryosack in Höhe des sekundären Embryosackkernes. Vergr. 400.

Fig. 6. *Ribes sanguineum.* Embryosack zur Zeit der Befruchtungsreife. Vergr. 400.

Fig. 7a. *Ribes sanguineum.* Antipoden allein. Fig. 7b. Antipoden, die Einlagerung ins Nährgewebe zeigend. Vergr. 1200.

Fig. 8. *Ribes Gordonianum.* Mittlere Partie aus einer jungen Samenanlage. In der Mitte die vier zerquetschten Tochterzellen des Archespors. Einzelne benachbarte Zellen aus dem „Nährgewebe“ haben sich unter Vakuoligwerden an Umfang vergrößert. Vergr. 700.

Fig. 9. *Ribes Gordonianum.* „Nährgewebe“ im Nucellus zur Zeit der Blütenöffnung. Keine Spur eines Embryosackes zu bemerken. Vergr. 700.

Fig. 10. *Ribes Gordonianum.* Querschnitt durch eine Samenanlage im gleichen Stadium wie Fig. 9. In der Mitte ein Rest des degenerierten Embryosackes. Vergr. 700.

Fig. 11. *Ribes Gordonianum.* Querschnitt wie Fig. 10. Embryosack fehlt völlig. Vergr. 700.

Fig. 12. *Ribes Gordonianum.* Samenanlage mit völlig „normal“ ausgebildetem Embryosack. Nährgewebe nur wenig mehr entwickelt als im gleichen Stadium bei den Eltern. Eine ungemein selten vorkommende Erscheinung. Vergr. 400.

Fig. 13. *Ribes Gordonianum.* Querschnitt durch zwei Samenanlagen, deren innere Integumente an ihrer Berührungsstelle verwachsen sind, und die ein gemeinsames äußeres Integument haben. In der Mitte eines jeden Nucellus das kleinzellige Nährgewebe. Vergr. 120.

Fig. 14. *Ribes Gordonianum.* Verwachsung der beiden inneren Integumente an der in Fig. 13 mit × bezeichneten Stelle. Außen noch 4, weiter nach innen nur noch 2 Zellreihen. Vergr. 700.

Fig. 15. *Syringa vulgaris.* Embryosack zur Zeit der Befruchtungsreife. Nur eine Synergide zu sehen, die beiden Polkerne ziemlich weit getrennt; das Nucellusgewebe weist an der Antipodialregion einige zerdrückte Zellen (b) auf. Innerste Schicht des Integuments als „Endothel“ ausgebildet, das aus größeren und kleineren Zellen zusammengesetzt ist. Bei a finden sich auch ganz zerquetschte Zellen. Vergr. 400.

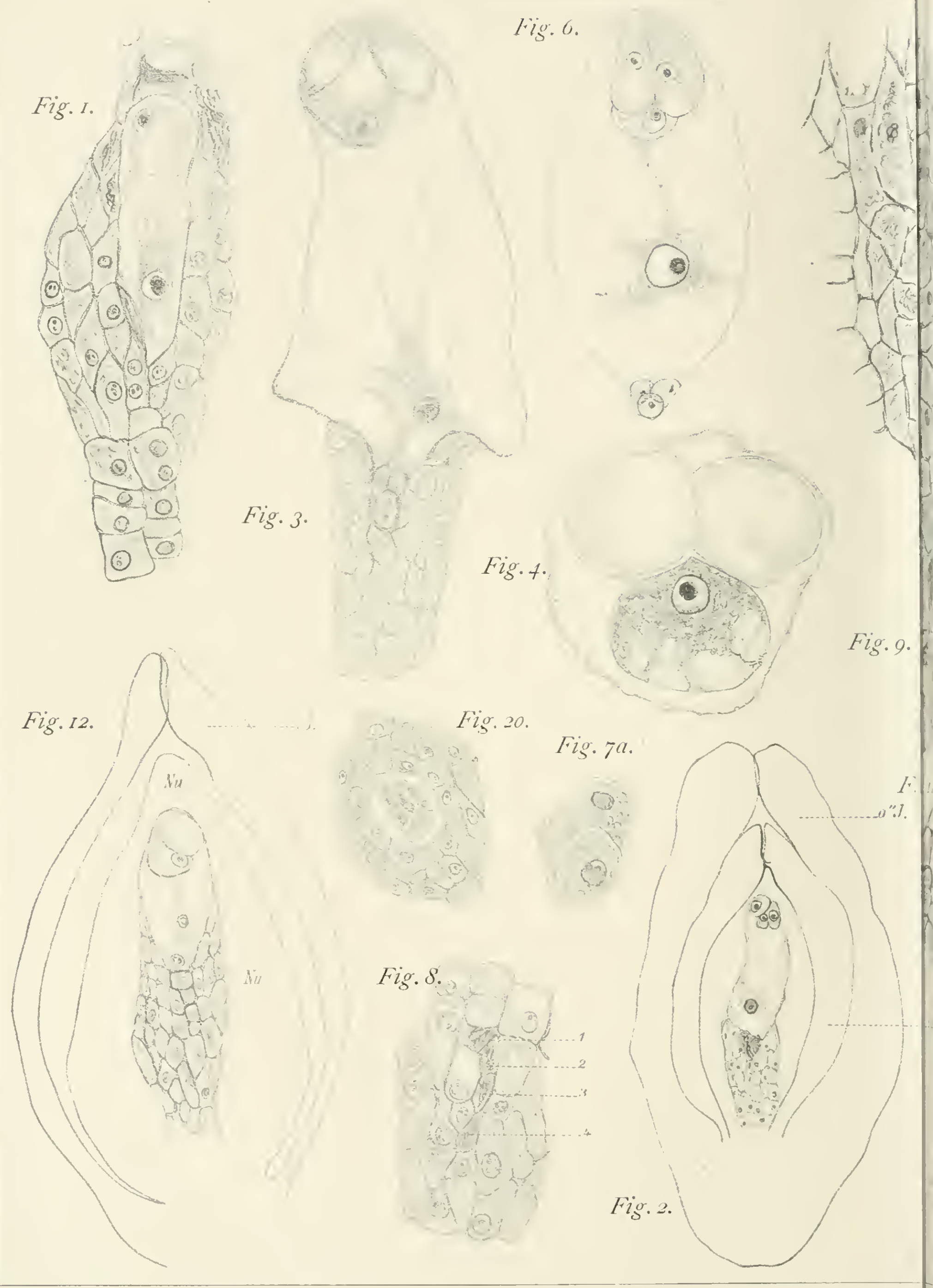
Fig. 16. *Syringa chinensis.* Endothel in demselben Stadium wie bei voriger Figur. Die Zellen sind länger gestreckt als bei *Syringa vulgaris.* Embryosackhöhlung teilweise ganz zusammengedrückt, teilweise als schmaler Spalt vorhanden. Vergr. 400.

Fig. 17. *Syringa chinensis.* Querschnitt durch Endothel und Embryosackspalt. Vergr. 400.

Fig. 18. *Syringa chinensis.* Beginn der Endothel-Differenzierung neben der Antipodialregion. Nucellus hier ohne alle zerdrückten Zellen. Vergr. 400.

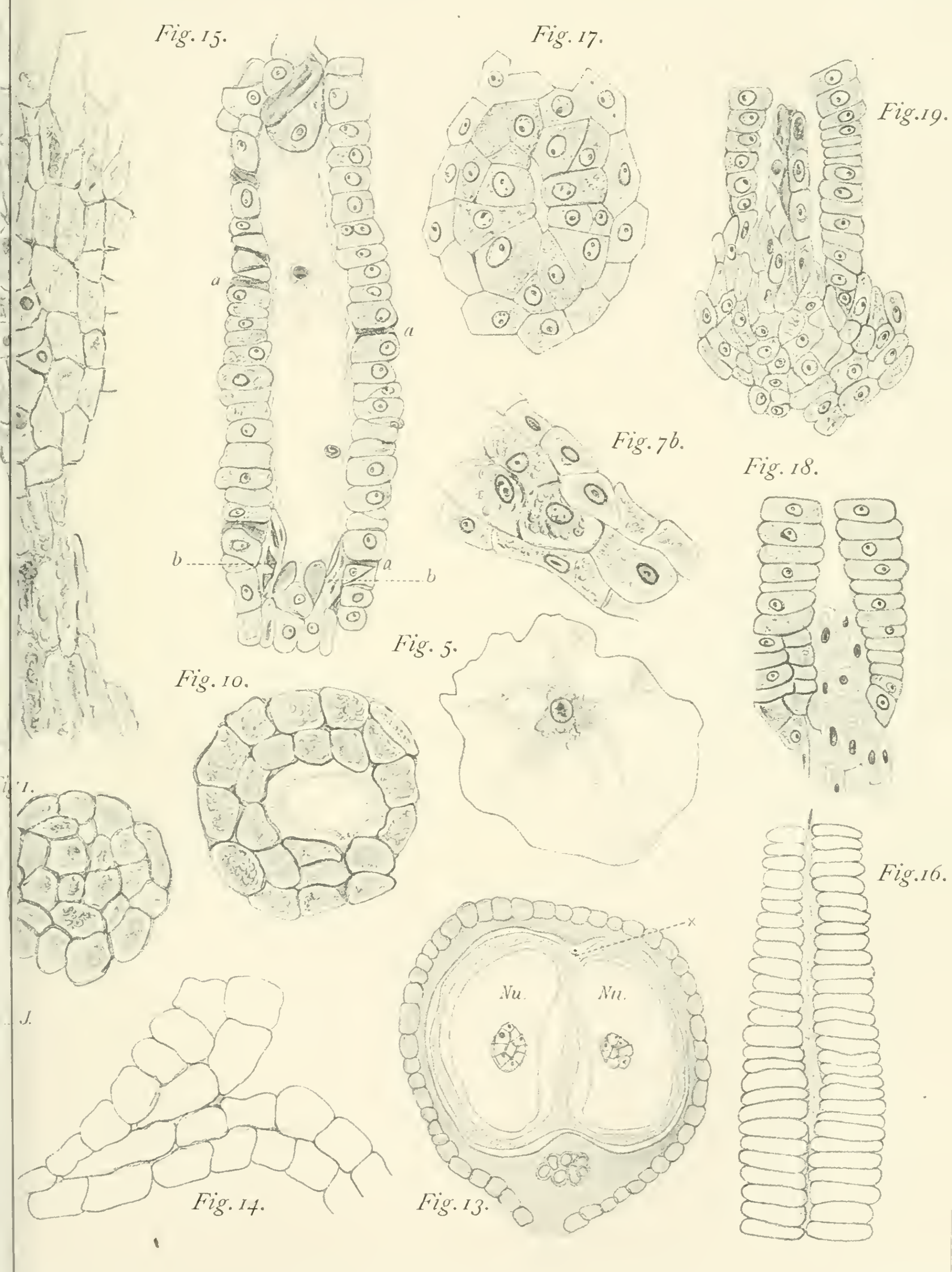
Fig. 19. *Syringa persica.* Gleiche Region wie in voriger Figur. Nucellus noch ein wenig in den vom Endothel eingeschlossenen Hohlraum sich hineinerstreckend. Vergr. 400.

Fig. 20. *Syringa persica.* Querschnitt durch die in Fig. 19 angegebene Stelle. Vergr. 400.



G. Tischler del.

Verlag von Gu



Fischer. Jena.

P. Weise, Lith., Jena.

Beobachtungen über Regenerationserscheinungen an Pflanzen. II*).

Von

E. Küster.

3. Über Anisophyllie an Adventivsprossen.

In einer früheren Notiz (a. a. O.) habe ich die Adventivtriebe beschrieben, die an decapitierten Keimlingen von *Anagallis* und *Linaria* entstehen: Die Adventivsprosse, die das Hypokotyl produziert, fallen dadurch auf, daß das erste Blattpaar aus zwei ungleich großen Blättern besteht. Dieselbe Anisophyllie haben auch frühere Autoren bei Untersuchung der Adventivsprosse, die sich spontan am Hypokotyl der genannten und zahlreicher anderer Pflanzen bilden, bereits beobachtet. Wie ich glaube, verdient die Erscheinung der Anisophyllie an Adventivsprossen in mehrfacher Hinsicht unser Interesse; ich möchte daher in den folgenden Zeilen noch einmal kurz auf sie zurückkommen. —

Zunächst ist beachtenswert, daß an Adventivtrieben der verschiedensten Art sich Anisophyllie beim ersten Blattpaar konstatieren läßt.

1. Hypokotyl- und epikotylbürtige Adventivsprosse. — Von der Anisophyllie der Adventivsprosse verschiedener Hypokotyle war soeben die Rede: bei ihnen ist das größere Blatt stets nach unten, das kleinere nach oben orientiert — von seltenen Ausnahmen, bei welchen das umgekehrte Verhalten eintritt oder die beiden Blätter des ersten Paares gleich groß ausfallen, sehen wir hier ab.

Am eingehendsten untersucht wurden die Keimpflanzen von *Anagallis coerulea*, deren Verhalten ich a. a. O. geschildert habe. Meine Versuche, die Faktoren zu ermitteln, welche die konstante Orientierung des größeren und des kleineren Blattes bedingen, oder ein Verfahren zu finden, die umgekehrte Orientierung der ungleich großen Blättchen zu erzwingen, haben bisher zu keinem positiven Resultat geführt. Die Vermutung, daß die Einwirkung der Schwerkraft im Spiele sei, erwies sich als ungerechtfertigt: ein

*) Vergl. Beih. z. Bot. Cbl. 1903. Bd. XIV. p. 316.

mit dekapitierten Keimlingen von *Anagallis coerulea* gefüllter Topf wurde — nach geeigneter Fixierung des Erdbodens durch einen Gazeüberzug — umgekehrt aufgehängt, die in ihm enthaltenen Keimpflanzen blieben also in inverser Stellung ihrem weiteren Schicksal überlassen. Sie verhielten sich ebenso wie die in normaler Stellung verbliebenen Keimlinge: das kleine Blatt der Adventivsprosse war auch hier der Spitze des Stengels, das große der Wurzel zugewandt. Dasselbe läßt sich erreichen, wenn man *Anagallis*-Keimpflänzchen invers in Wasser (oder Nährlösung) stellt: auch bei ihnen wirkt die Schwerkraft in entgegengesetzter Richtung als unter normalen Verhältnissen, überdies bewegt sich der aufsteigende Wasserstrom durch sie in basipetaler Richtung: auf die Vorgänge der Regeneration blieben diese Faktoren ohne Einfluß.

Schließlich sei noch bemerkt, daß auch dann die *Anagallis*-Stengel Adventivsprosse von der typischen, geschilderten Form entwickeln, wenn man das Epikotyl zur Organneubildung veranlaßt. Adventivsprosse dieser neuen Art lassen sich leicht erzielen, wenn man den *Anagallis*-Stengel unter den Kotyledonen abschneidet, unterhalb des ersten Laubblattpaares abermals durchschneidet und das mit seinen Kotyledonen noch versehene Epikotyl einpflanzt oder auf feuchten Sand legt. Nach etwa vierzehn Tagen erscheinen auf dem Epikotyl seiner ganzen Länge nach sehr zahlreiche Adventivtriebe, die teils zu stattlichen Sprossen heranwachsen, teils früher oder später in ihrer Entwicklung gehemmt werden: in mehreren Fällen zählte ich auf der kurzen Strecke des Epikotyls acht Adventivsprosse. Unterhalb der Kotyledonen entstehen meist Wurzeln.

Von Interesse ist, daß die geschilderten epikotylbürtigen Sprosse, die hinsichtlich ihrer Anisophyllie durchaus denen der Hypokotyle gleichen, auch dann reichlich und kräftig zur Entwicklung kommen, wenn sich die Achseltriebe der beiden Kotyledonen gut entwickeln. Bei manchen meiner Versuchspflänzchen waren die Keimblatt-Achseltriebe mehrere cm lang geworden (oft trotz mangelhafter Bewurzelung) und gleichwohl sechs bis acht Adventivtriebe entstanden. Die Gegenwart normaler Vegetationspunkte und ihre Entwicklung zu normalen Achselsprossen schließt also in dem vorliegenden Fall nicht die Bildung von Adventivtrieben aus und scheint diese überhaupt nicht hindernd zu beeinflussen — allerdings nur so lange, als sich die normalen Vegetationspunkte unterhalb der regenerationsfähigen Epikotylstrecke befinden. Schneiden wir aber aus unseren *Anagallis*-Pflanzen ein Stengelstück heraus, so daß oben die Triebspitze der Versuchspflanze erhalten bleibt, oder daß wir unten die Keimblätter und ihre Achselsprosse wegnehmen, oben aber das erste Laubblattpaar und seine Achselsprosse ihm lassen — so tritt keine Neubildung von Sprossen am Epikotyl auf. An meinen Exemplaren war wohl gelegentlich Wurzelbildung zu konstatieren, Adventivtriebe aber haben sich niemals gezeigt; daß sich die Triebspitze bezw. die Achseltriebe des ersten

Laubblattpaares gut fortentwickelten, ist nach dem oben Gesagten selbstverständlich. — Vielleicht dürfen wir annehmen, daß ein in apikaler Richtung sich bewegender Nährstoffstrom, der nach Dekapitation der Keimlinge im Hypokotyl. bei den zuletzt geschilderten Versuchen im Epikotyl zur Stauung kommt, an diesem wie jenem die schnelle Adventivtriebbildung veranlaßt.

2. Blattbürtige Adventivsprosse aus vorgebildeten meristematischen Stellen entwickeln sich bekanntlich an den Blättern von *Cardamine pratensis*, *Bryophyllum calycinum*, *Br. crenatum* u. a., — bei normalen Lebensbedingungen meist erst nach Ablösung der Blätter von der Mutterpflanze. Wegen der Anisophyllie des ersten Blattpaares werden uns die Adventivsprosse der Bryophyllen zu beschäftigen haben.

Berge, der die Entwicklung der Adventivtriebe an den Blättern von *Bryophyllum calycinum* eingehend untersucht hat[1]), und auf dessen Arbeit hinsichtlich aller makroskopischen Charaktere des aussprossenden *Bryophyllum*-Blattes verwiesen sein mag, teilt mit, daß die beiden ersten Blättchen des blattrandständigen Sprosses nicht gleichzeitig entstehen, sondern daß zunächst das untere Blättchen entsteht, später das obere. „Diese zeitliche Verschiedenheit ist nicht in allen Fällen eine gleich große, sie scheint aber in der Mehrzahl eine ziemlich bedeutende zu sein und findet auch späterhin noch ihren Ausdruck in der ungleichen Größe der ersten beiden Blättchen“ „es bedarf übrigens nicht des mühevollen Präparierens mit dem Messer, um sich davon zu überzeugen, daß die Primordialblätter bei *Bryophyllum* weitaus am häufigsten nicht simultan sind. Wohl schon mit bloßem Auge, sicher aber mit einer gewöhnlichen Lupe erkennt man nämlich bei Beginn des Hervorbrechens der Adventivknospen sehr deutlich, daß das gegen die untere Seite des Mutterorgans gelegene Blättchen das größere und somit aller Wahrscheinlichkeit nach auch das ältere ist (a. a. O. p. 20).“

Meine eigenen Beobachtungen beziehen sich auf *Bryophyllum crenatum*[2]). Läßt man isolierte Blätter von diesem auf feuchtem Sande aussprossen, so sind die neuen Triebe nach acht Tagen bereits hinreichend groß, um die Anisophyllie ihres ersten Blattpaares deutlich hervortreten zu lassen: fast durchweg bestehen die ersten Blattpaare aus ungleich großen Blättchen. Unter mehr als siebzig jungen Sprossen einer Versuchsserie, bei welcher genaue Zählungen angestellt wurden, fanden sich nur fünf, deren Blätter keinen nennenswerten Größenunterschied erkennen ließen. Die Anisophyllie kann nun eine verschiedene sein: fast in 80 % aller untersuchten Fälle ist das obere Blatt kleiner als das untere — entsprechend den Befunden Berges an *Bryophyllum calycinum*: so lange an dem jungen Trieb die beiden

---

1) Beiträge zur Entwicklungsgeschichte von *Bryophyllum crenatum*. Zürich 1877.

2) Über diese Spezies, ihre Adventivtriebe etc. vergleiche Göbel: Über Regeneration im Pflanzenreich. (Biolog. Centralbl. 1902. Bd. XXII. p. 394 ff.)

ersten Blättchen noch zusammengeschlagen sind und mit ihren Oberseiten einander berühren, fällt die Ebene der kleinen Spreiten mit der des Mutterblattes zusammen: man sieht in diesem Stadium, daß das untere Blatt mit verhältnismäßig breitem Rand über das obere vorragt[1]). Sehr gering ist die Zahl derjenigen Adventivsprosse, deren Blätter zwar ebenfalls ungleich groß sind, aber im entgegengesetzten Sinn als bei den früher geschilderten Trieben. Unter 73 blattbürtigen Sprossen zählte ich nur acht, bei welchen das untere Blatt das kleinere war. Ich darf daran erinnern, daß analoge Ausnahmefälle auch bei den hypokotylbürtigen Adventivsprossen zuweilen sich beobachten ließen. — Das größere Blatt der Adventivtriebe von *Bryophyllum calycinum* ist rundlich oder dreieckig, oft gelappt oder gezähnt, das kleinere (obere) in seiner Form sehr einfach, rundlich, ganzrandig, ungelappt, — soweit es sich überhaupt zu einem Blatt mit normaler Spreite entwickelt. Entsprechend den Fällen, welche ich für *Linaria* früher beschrieben und abgebildet habe[2]), kann das kleinere Blatt auch ein rudimentäres Schüppchen bleiben, das erst bei starker Vergrößerung deutlich erkennbar wird, und das auch unter günstigen Lebensbedingungen keine weitere Entwicklung erfährt. Sehr oft habe ich die rudimentäre Ausbildung des kleineren Blattes an denjenigen Adventivsprossen gefunden, bei welchen atypischerweise das kleinere Blatt unten lag. Gewöhnlich ist der Größenunterschied zwischen den beiden Blättchen minder auffallend; zu beachten ist, daß aber auch in späteren Stadien sich das obere Blatt immer noch als das kleinere erkennen läßt, obschon sich meistens die Größendifferenz an den heranwachsenden Sprossen mehr und mehr ausgleicht.

Bei der Übereinstimmung zwischen *Bryophyllum calycinum* und *Br. crenatum* in allen wesentlichen morphologischen und physiologischen Charakteren darf man annehmen, daß auch bei *Br. crenatum* das untere Blättchen der Adventivsprosse früher angelegt wird als das obere, wie es Berge für *Br. calycinum* ermittelt hat. Die Frage, ob es durch Struktureigentümlichkeiten des Mutterblattes und des jungen Sprosses sich erklären läßt, daß stets (oder meist) das untere Blatt zuerst entsteht, hat auch Berge bereits gestellt. Berge findet, daß das erste Blatt bei *Br. calycinum* an der Stelle des Mutterorgans hervorbricht, „wo ihm die Entstehung am wenigsten erschwert sein dürfte. Denn indem am jungen Mutterblatte sich das Bildungsgewebe am kräftigsten nach dessen unterer Seite entwickelt, tritt es hier am meisten am Blattrande hervor, und es stellen sich seitlich der Blattentwicklung größere Hindernisse entgegen, als dies an der unteren Blattfläche der Fall ist. Außer diesen von der Gestalt der Kerbe abgeleiteten Verhältnissen läßt sich für den Ort der Anlage des ersten Primordialblattes auch noch die ver-

---

[1]) Vergl. auch Göbels Abbildungen a. a. O. p. 395.

[2]) a. a. O., p. 322, Fig. 5.

schiedenartige Beschaffenheit der an den beiden Blattflächen dem Bildungsgewebe angrenzenden Zellen geltend machen, denn es ist nicht unmöglich, daß das Kollenchym einen gewissen Einfluß auf die Art der Knospenbildung ausübt." Daß dieser Erklärungsversuch sonderlich anspräche, läßt sich kaum behaupten; so viel ist klar, daß für die Adventivsprosse an den zylindrischen Hypokotylen und Epikotylen eine so einfache Erklärung der Anisophyllie durch Raum- und Druckverhältnisse von vornherein als ausgeschlossen betrachtet werden muß.

3. Blattbürtige Adventivsprosse gewöhnlicher Art d. h. solche, welche nicht aus präformierten meristematischen Stellen hervorgehen und deren erste Anlage erst nach experimentellen Eingriffen (Verwundung oder anderen) erfolgt. — Winkler hat kürzlich auf die blattbürtigen Adventivsprosse der *Torenia asiatica* aufmerksam gemacht, die sich an isolierten Blättern leicht und reichlich erzielen lassen[1]. Bei einer Wiederholung der Winklerschen Versuche[2] interessierte mich die ausgesprochene Anisophyllie der blattbürtigen Sprosse. Wie bei den Hypokotylsprossen ist die Größendifferenz der Blätter bei *Torenia* sehr wechselnd: ich beobachtete neben einigen Adventivsprossen mit gleich großen (oder nahezu gleich großen) Blättern solche, bei welchen beide Blätter eine normale Spreite besaßen, das große eine gezähnte, das kleine eine nahezu ganzrandige — und ferner solche, bei welchen das kleine Blatt nur als winziges, grünes Schüppchen erschien. — Wie bei andern Adventivsprossen finden wir auch bei den von *Torenia* häufig allerlei Abnormalitäten (Winkler a. a. O., p. 100), asymmetrische Blätter, dichotom gegabelte Hauptnerven, dichotom verzweigte Sprosse und namentlich Blattwirtel mit mehr als zwei Gliedern: in gleicher (oder nahezu gleicher) Höhe fand ich an dem Stengel drei oder vier Blätter inseriert; alle von mir beobachteten Blattwirtel bestanden aus ungleich großen Blättern. — Da Winkler eingehende Mitteilungen über die Regenerationserscheinungen an *Torenia*-Blättern in Aussicht gestellt hat, will ich nicht durch eigene entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen vorgreifen.

Die bereits vorliegenden Befunde an Adventivsprossen verschiedenster Art machen es sehr wahrscheinlich, daß die Anisophyllie bei Adventivsprossen eine weit verbreitete Erscheinung ist. Ich zweifle nicht, daß künftige Untersuchungen weitere Beispiele hierfür bekannt machen werden.

Besonderes Interesse gewinnt die Frage nach der Anisophyllie der Adventivtriebe im Zusammenhang mit der neuerdings wieder-

[1]) Über regenerative Sproßbildung auf den Blättern von *Torenia asiatica*. (Ber. d. D. Bot. Ges. 1903. Bd. XXI. p. 96.)

[2]) Meine Exemplare regenerierten stets ausschließlich an der Blattbasis (Typus I nach Winkler). Die gleiche Beobachtung hat übrigens vor mir bereits Winkler bei der Fortsetzung seiner Experimente mit *Torenia* gemacht (nach gütiger brieflicher Mitteilung).

holt behandelten Erscheinung der Adventivblattbildung (Göbel, Winkler, Küster a. a. O.). Göbel beobachtete „Adventivblätter" am Hypokotyl von *Cyclamen*, Winkler an *Torenia*, ich selbst beobachtete neuerdings einen vereinzelten ähnlichen Fall am Hypokotyl von *Anagallis*. Zu entscheiden bleibt die Frage, ob in diesen Fällen ein Adventivsproß vorliegt, dessen Vegetationspunkt außerordentlich klein ist und sich der Beobachtung entzieht oder ob das regenerierende Organ einen meristematischen Höcker hat entstehen lassen, der zur Bildung eines Blattes ganz verbraucht wurde. — Ich habe keinerlei Interesse daran, das „morphologische Dogma, daß Blätter nur an Vegetationspunkten entstehen", zu verteidigen und gegen die Annahme, daß ein Vegetationspunkt sich in ein Blatt umwandeln und restlos in dessen Bildung aufgehen kann, läßt sich keine stichhaltige Einwendung machen. Immerhin scheint mir, daß die Erscheinungen der Anisophyllie bei der Deutung isoliert stehender regenerierter Blätter zur Vorsicht mahnen; wenn wir an Hypokotylen von *Anagallis* Adventivsprosse mit gleichblättrigem erstem Blattpaar, und mit ungleich großen Blättern finden, wenn wir an den ungleichblättrigen Trieben das kleinere der beiden Blätter immer mehr verkümmern und in vielen Fällen nur als winziges Schüppchen zur Entwicklung kommen sehen, so liegt es nahe, in dem extremen Fall der „Adventivblatt"bildung nicht etwas prinzipiell Neues zu suchen, sondern nur das Resultat einer weitgehenden Reduktion des Sproßvegetationspunktes und des zweiten Blattes[1]. Dabei ist zu bemerken, daß an Adventivsprossen, bei welchen das kleinere Blatt rudimentär, aber noch nachweisbar ist, auch der Sproßvegetationspunkt in seiner Ausbildung oft zurückbleibt (Beobachtungen an *Bryophyllum crenatum*[2]). — Ebenso wie bei *Anagallis* lassen sich auch die „Adventivblätter" der *Torenia* in Anbetracht der oben konstatierten Anisophyllie der Adventivsprosse deuten.

Ebenso wenig wie für die Auffassung derer, welche isolierte Blätter als „Adventivblätter" ansprechen, lassen sich zur Zeit auf Grund des vorliegenden Tatsachenmaterials für die entgegengesetzte Auffassung unumstößliche Beweise erbringen. Ich wollte in den vorangehenden Zeilen lediglich zum Ausdruck bringen, daß die geschilderten Erscheinungen der Anisophyllie an Adventivsprossen eher für die Annahme reduzierter Sprosse als für die selbständiger Adventivblätter mir zu sprechen scheinen.

Halle a. S., Botan. Inst. d. Univ., August 1903.

[1] Vergl. meine Abbildung a. a. O., p. 322.

[2] Bei *Bryophyllum* habe ich bisher vergeblich nach „Adventivblättern" gesucht.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Soeben erschien:

Über Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien. Ein Beitrag zur Frage schwebender Selektionsfragen. Von **W. Johannsen**, Professor der Pflanzenphysiologie an der kgl. dänischen landw. Hochschule in Kopenhagen. Preis: 1 Mark 50 Pf.

Inhalt: Zweck der Untersuchung, S. 1. Samengröße der Bohnen, S. 15. Die relative Breite der Bohnen. S. 40. Schartigkeit der Gerste, S. 51. Zusammenfassung und Rückblick. S. 57.

Die Gattung Cyclamen L., eine systematische und biologische Monographie. Von Dr. **Friedrich Hildebrand**, Prof. der Botanik zu Freiburg im Br. Mit 6 lithographischen Tafeln. 1898. Preis: 8 Mark.

Lehrbuch der Pharmakognosie des Pflanzenreiches. Für Hochschulen und zum Selbstunterricht. Mit Rücksicht auf das neue Deutsche Arzneibuch. Von Dr. **George Karsten**, a. o. Prof. der Botanik an der Universität Bonn. Mit 528 Abbildungen im Text. 1903. Preis: 6 Mark, geb. 7 Mark.

Bisher erschien Heft 1—4 der:

Vegetationsbilder. Von Dr. **G. Karsten**, Prof. an der Universität Bonn, und Dr. **H. Schenk**, Prof. an der Technischen Hochschule Darmstadt.

Unter dem Namen „**Vegetationsbilder**" erscheint hier eine Sammlung von Lichtdrucken, die nach sorgfältig ausgewählten photographischen Vegetationsaufnahmen hergestellt sind. Verschiedenartige Pflanzenformationen und Genossenschaften möglichst aller Teile der Erdoberfläche in ihrer Eigenart zu erfassen, charakteristische Gewächse, welche der Vegetation ihrer Heimat ein besonderes Gepräge verleihen und wichtige ausländische Kulturpflanzen in guter Darstellung wiederzugeben, ist die Aufgabe, welche die Herausgeber sich gestellt haben.

Der Preis für das Heft von 6 Tafeln ist auf 2.50 Mark festgesetzt worden unter der Voraussetzung, daß alle Lieferungen bezogen werden. Einzelne Hefte werden mit 4 Mark berechnet.

Soeben erschien:

Willkürliche Entwickelungsänderungen bei Pflanzen. Ein Beitag zur Physiologie der Entwickelung. Von Dr. **Georg Klebs** in Halle a. S. Mit 28 Textabbildungen. Preis: 4 Mk.

Pathologische Pflanzenanatomie. In ihren Grundzügen dargestellt. Von Dr. **Ernst Küster**, Dozent für Botanik an der Universität zu Halle a. S. Mit 121 Abbildungen im Text. 1903. Preis: 8 Mark.

Horae Zoologicae. Dr. **Franz Leydig**, emerit. Prof. Zur vaterländischen Naturkunde. Ergänzende sachliche und geschichtliche Bemerkungen. 1902. Preis: 6 Mark.

Aus dem Inhalt: **Abschnitt I.** Landschaft. — Vegetation. Tauberhöhe, Taubergrund, Mainthal, Saalethal etc. (S. 1—61). **Abschnitt II.** Tiere. — Vorkommen, Bau und Leben. Sporozoen, Flagellaten bis Vögel: Säugetiere (S. 62—208). Beilagen: Zur Veränderung des Einzelwesens. Zur Veränderung der Fauna. Rückgang der Tierbevölkerung. Zur Abstammungslehre (S. 209—222). **Abschnitt III.** Geschichtliches. Linné, Rothenburg o. T., Windsheim etc. (S. 223—273). — Verzeichnis der litterarischen Veröffentlichungen des Verfassers.

Botanische Practica. **II. Teil: Practicum der botanischen Bakterienkunde.** Einführung in die Methoden der botanischen Untersuchung und Bestimmung der Bakterienspezies. Von Dr. **Arthur Meyer**, o. Prof. der Botanik an der Universität Marburg. Mit einer farbigen Tafel und 31 Textabbildungen. 1903. Preis: 4 Mark 50 Pf., geb. 5 Mark 20 Pf.

Die Reizleitung und die reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen. Von Dr. **B. Němec**, Privatdozent der Botanik an der K. K. böhmischen Universität in Prag. Mit 3 Tafeln und 10 Abbildungen im Text. 1901. Preis: 7 Mark.

Die Kulturgewächse der deutschen Kolonien und ihre Erzeugnisse. Für Studierende und Lehrer der Naturwissenschaften, Plantagenbesitzer, Kaufleute und alle Freunde kolonialer Bestrebungen. Nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse bearbeitet. Von Prof. Dr. **R. Sadebeck**, Direktor des botanischen Museums und des botanischen Laboratoriums für Warenkunde zu Hamburg. Mit 127 Abbildungen. 1899. Preis: 10 Mark, geb. 11 Mark.

Gesammelte Abhandlungen. Von **N. Pringsheim.** Herausgegeben von seinen Kindern. Erster Band: **Befruchtung, Vermehrung und Systematik der Algen.** Mit einem Bildnis des Verfassers und 28 lithographischen Tafeln. Preis: 20 Mark.

Zweiter Band: **Phycomyceten, Charen, Moose, Farne.** Mit 32 lithographischen Tafeln. Preis: 15 Mark.

Dritter Band: **Zellenbau, Morphologisches, Historisches.** Mit 13 lithographischen Tafeln. Preis: 12 Mark.

Vierter Band: **Chlorophyll, Assimilation, Lichtwirkung, Sauerstoffabgabe, Osmotische Versuche.** Mit 22 lithographischen Tafeln und 7 Abbildungen im Text. Preis: 13 Mark.

Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Mit 502 als Tafeln oder in den Text gedruckten Abbildungen in Autotypie, 5 Tafeln in Lichtdruck und 4 geographischen Karten. Von Dr. **A. F. W. Schimper**, a. o. Prof. an der Universität Bonn. 1898. Preis: brosch. 27 Mark, eleg. in Halbfranz geb. 30 Mark.

Österr. bot. Zeitschrift Nr. 1, 1899:

Ein prächtiges Werk, das uns insbesondere die Resultate der Anpassungserscheinungen in den Tropen in Wort und Bild vor Augen führt. . . . . Glänzend ist die illustrative Ausstattung des Werkes. Die Mehrzahl der Abbildungen besteht aus Reproduktionen photographischer Aufnahmen von Vegetationsbildern aus allen Teilen der Erde, die der Verfasser zum Teile selbst anfertigte, zum Teile mit viel Emsigkeit sich zu beschaffen wußte. Die Abbildungen allein liefern ein pflanzengeographisches und allgemein geographisches Material von größtem Wert.

Dendrologische Winterstudien. Grundlegende Vorarbeiten für eine eingehende Beschreibung der Unterscheidungsmerkmale der in Mitteleuropa heimischen und angepflanzten sommergrünen Gehölze im blattlosen Zustand. Von **Camillo Karl Schneider.** Mit 224 Textabbildungen. Preis: 7 Mark 50 Pf.

Die Reduktion der Chromosomenzahl und ihre folgenden Kernteilungen in den Embryosackmutterzellen. Von **J. Schniewind-Thies.** Mit 5 lithographischen Tafeln. 1901. Preis: 7 Mark.

Die Stelär-Theorie. Von Dr. **J. C. Schoute**, Assistent am botanischen Institut der Reichsuniversität Groningen. 1903. Preis: 3 Mark.

Druck von Gebauer-Schwetschke Druckerei u. Verlag m. b. H., Halle a. S.

Beihefte
zum
Botanischen Centralblatt.

Original-Arbeiten.

Herausgegeben
von
Prof. Dr. Oscar Uhlworm und **Prof. Dr. F. G. Kohl**
in Berlin in Marburg.

Band XV. — Heft 3.
Mit 14 Abbildungen im Text.

Inhalt:

Andreae, Inwiefern werden Insekten durch Farbe und Duft der Blumen angezogen? S. 427—470.
Garjeanne, Über die Mykorrhiza der Lebermoose. S. 471—482, mit 10 Abbildungen im Text.
Podpěra, Miscellen zur Kenntnis der europäischen Arten der Gattung Bryum. S. 483—492.
Warsow, Systematisch-anatomische Untersuchungen des Blattes bei der Gattung Acer mit besonderer Berücksichtigung der Milchsaftelemente. S. 493—601, mit 4 Abbildungen im Text.

Jena
Verlag von Gustav Fischer.
1903.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Um Verwechselungen zu vermeiden, wird darauf aufmerksam gemacht, daß die „Beihefte zum Botanischen Centralblatt" in keinerlei Beziehungen zu dem in Leiden erscheinenden „Botanischen Centralblatt" stehen.

Die Beihefte zum Botanischen Centralblatt

Original-Arbeiten

herausgegeben von

Prof. Dr. Oskar Uhlworm in Berlin und **Prof. Dr. F. G. Kohl** in Marburg,

welche früher im Verlage der Herren Gebr. Gotthelft in Cassel erschienen, sind mit Beginn des XII. Bandes in den Verlag von Gustav Fischer in Jena übergegangen **und stehen in keinem Verhältnisse zu der „Association internationale des botanistes".**

Redaktion und Verlag werden alles aufbieten, um den Herren Botanikern Gelegenheit zu bieten, ihre wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gesamtgebiete der Botanik in schnellster Weise und in bester äußerer Ausstattung den Fachgenossen der Erde zur Kenntnis zu bringen.

Um zu erreichen, daß die Arbeiten in allerkürzester Zeit veröffentlicht werden können, wird jede eingelaufene Arbeit möglichst sofort in Druck genommen und ihre Herstellung so beschleunigt werden, daß die Publikation unter Umständen schon innerhalb zweier Wochen erfolgen kann. Aufnahme finden gediegene Originalarbeiten aus allen Disziplinen der Botanik; sie können in deutscher, englischer oder französischer Sprache veröffentlicht werden.

Die **„Beihefte"** erscheinen in Zukunft wie bisher in zwanglosen Heften, die in Bände von etwa 35 Bogen Umfang zum Preise von **16 Mark** für den Band zusammengefaßt werden.

Bestellungen nimmt jede Buchhandlung Deutschlands und des Auslands entgegen.

Die Farnkräuter der Erde. Beschreibende Darstellung der Geschlechter und wichtigeren Arten der Farnpflanzen mit besonderer Berücksichtigung der Exotischen. Von Dr. **H. Christ,** Basel. Mit 291 Abbildungen. 1897. Preis: 12 Mark.

Das kleine pflanzenphysiologische Praktikum. Anleitung zu pflanzenphysiologischen Experimenten. Für Studierende und Lehrer der Naturwissenschaften. Von Dr. **W. Detmer,** Prof. an der Universität in Jena. Mit 163 Abbild. 1903. Preis: brosch. 5 Mark 50 Pf., geb. 6 Mark 50 Pf.

Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien. Von **Alfred Fischer,** o. Prof. der Botanik in Basel. Mit 3 Tafeln. Preis: 7 Mark.

Die Farngattung Niphobolus. Eine Monographie. Von Dr. **K. Giesenhagen,** Prof. der Botanik in München. Mit 20 Abbildungen. 1901. Preis: 5 Mark 50 Pf.

Organographie der Pflanzen insbesondere der **Archegoniaten und Samenpflanzen. Erster Teil: Allgemeine Organographie.** Von Dr. **K. Goebel,** Prof. an der Universität München. Mit 130 Abbildungen im Text. 1898. Preis: 6 Mark.
—— **Zweiter Teil: Spezielle Organographie.** 1. Heft, Bryophyten. Mit 128 Abbildungen im Text. 1898. Preis: 3 Mark 80 Pf. 2. Heft: Pteridophyten und Samenpflanzen. Erster Teil. Mit 173 Abbildungen im Text. 1900. Preis: 7 Mark. Zweiter Teil (Schluß des Ganzen). Mit 107 Textabbildungen. 1901. Preis: 5 Mark.

Inwiefern werden Insekten durch Farbe und Duft der Blumen angezogen?

Von

Eugen Andreae
aus Mailand.

Einleitung.

I. Das Problem der vorliegenden Arbeit.

a) Der Zweck dieser Arbeit besteht in dem Nachweise, inwiefern Felix Plateau, Professor an der Universität in Gent, recht hat mit seinen Untersuchungen, daß die Insekten lediglich durch den Duft angezogen werden, sodann in der Antwort auf die Frage, ob die Farbe in manchen Fällen nicht auch ein maßgebendes Anziehungsmittel sein könne zur Bestäubung der Blumenpflanzen. Die Art und Weise, wie dabei zu Werke gegangen wird, ist nur logischer und experimenteller Natur.

b) Um jedem Mißverständnisse vorzubeugen, scheint es zunächst geboten, die zwei verschiedenen Behauptungen Plateaus, um deren Auseinandersetzungen es sich hier handelt, wörtlich hier anzuführen. Dieser sagt in den Schlußfolgerungen seiner Schrift[1]) aus dem Jahre 1899: „Je n'ai jamais dit dans mes recherches antérieures et je ne dis nulle part dans le mémoire actuel que les insectes ne voient pas les couleurs des fleurs. Cette assertion serait absurde. Mais j'affirme que nous ne possédons aucun moyen practique de nous assurer s'il y a perception des couleurs et si cette perception est la même que chez l'homme.“ Gegen diese Behauptung ist nichts einzuwenden; nur muß man sie konsequentermaßen auch auf den Duft ausdehnen, und dann kann man über diesen gerade so wenig aussagen wie über die Farbe. Doch Plateau glaubt, auf Grund seiner so zahlreichen und schön ausgeführten Experimente eine Wirkung dieser letzteren entschieden verneinen zu müssen. So heißt es in seinen Schriften von 1895 und 1896 bei den an *Dahlia variabilis* angestellten Experimenten: „Ni la forme ni les couleurs vives des capitules ne semblent avoir d'action attractive. Les fleurons péripheriques colorés des *Dahlias simples* et par conséquent des

[1]) Comment les fleurs attirent les Insectes. Recherches expérimentales. (Bulletin de l'Académie royale de Belgique. Série V. T. XXX. Nr. 11. S. 466—488. Novembre 1895.)

capitules des autres *Composées* radiées n'ont pas le rôle vexillaire ou de signal qui leur a été attribué." Und diese Schlußfolgerungen sind für ihn eine Tatsache, die er immer wieder durch neue Experimente zu bestätigen glaubt. Ob Plateau nun recht behält oder ob die lebhaft gefärbten Blüten und Infloreszenzen dennoch als Flaggensignale aufgefaßt werden dürfen, wird der Verlauf dieser Arbeit zeigen.

c) In allererster Linie ist es wohl als festgestellt hinzunehmen, daß alle Schlüsse, welche wir machen, nur Analogieschlüsse sind, und daß die Frage, ob die Insekten die Farben genau so wahrnehmen wie die Menschen, eine ganz müßige ist. Es handelt sich vor allem doch nur darum, ob das, was uns als Farbe zum Bewußtsein kommt, auf die Insekten eine attraktive Wirkung ausübe oder nicht. Beobachten wir ein gleichgültiges Verhalten der Insekten gegen die Farben, so sind wir vollauf zu dem Schlusse berechtigt, die Farben haben für diese Tiere keinen Sinn; ist ihr Benehmen jedoch ein auffälliges, so müssen wir die Ursache desselben ermitteln und zu deuten versuchen.

Soviel — was ich über die Frage im allgemeinen bringen wollte.

II. Historischer Abriß.

Bevor ich zur eigentlichen Ausführung des Themas übergehe, kann ich nicht umhin, die Ansichten der bedeutendsten Forscher hinsichtlich dieser Frage darzulegen; dabei ziehe ich hauptsächlich in Betracht, was dieselben über die Wirkung der Farbe gesagt haben, denn eine Anziehung durch den Duft wird von niemandem in Abrede gestellt.

a) Der erste, welcher hier aufgeführt werden muß, ist Christian Konrad Sprengel, der Verfasser des tiefen Werkes: Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen.[1]) Derselbe kommt schon in der Einleitung auf der ersten Seite zu dem Schlusse: „Wenn", schreibt er, „die Krone der Insekten wegen an einer besonderen Stelle besonders gefärbt ist, so ist sie überhaupt der Insekten wegen gefärbt: und wenn jene besondere Farbe einesteils der Krone dazu dient, daß ein Insekt, welches sich auf die Blume gesetzt hat, den rechten Weg zum Safte leicht finden könne, so dient die Farbe der Krone dazu, daß die mit einer solchen Krone versehenen Blumen den ihrer Nahrung wegen in der Luft umherschwärmenden Insekten als Saftbehältnisse schon von weitem in die Augen fallen". Sodann spricht er auf Seite 27 von den Blumen, welche eine ansehnliche Krone haben und keinen Saft: „Die Krone dieser Blumen ist entweder ganz unerklärlich, oder sie dient dazu, daß die Blumen den Bienen, welche den Staub derselben sammeln, von weitem in die Augen fallen." Und zum Schlusse sagt er auf Seite 33: „Nun gibt es aber auch Saftblumen, welche eher zum Vorschein kommen, als die Blätter. Dahin ge-

[1]) Erschienen 1793.

hören z. B. *Cornus mascula*, *Daphne Mezereum*, *Tussilago* und *Petasites*, *Farfara* und *Colchicum autumnale*. Da diese insgesamt in einer solchen Jahreszeit blühen, in welcher es außer ihnen sehr wenig Saftblumen gibt, so war es nötig, zu veranstalten, daß die Bienen und andere Insekten dieselben um so viel leichter finden können, da sie die einzigen oder fast die einzigen sind, welche ihnen Nahrung verschaffen können. Zur Erreichung dieser Absicht war es sehr dienlich, die Blumen eher blühen zu lassen, als die Blätter zum Vorschein gekommen sind, damit jene nicht von diesen verdeckt, desto mehr schon von weitem in die Augen fallen." „Da der Endzweck der Krone, welcher allezeit stattfindet, dahin geht, daß die Blume den Insekten schon von weitem in die Augen falle, so muß dieselbe jederzeit so groß sein als möglich ist." — Christian K. Sprengel schreibt also der Farbe und der Gestalt eine Anziehungskraft schon auf Entfernungen zu.

b) Charles Darwin schließt sich im großen und ganzen diesen Ansichten Sprengels an, obgleich mit einiger Reserve; es geht das aus folgenden Sätzen hervor: In seiner Befruchtung der Orchideen[1]) durch die Insekten heißt es: „Ich glaube nicht, daß Sprengels Ansicht auf Einbildung beruht, daß die hellen und augenfälligen Blumen zur Anlockung der Insekten aus der Entfernung dienen." In einem seiner letzten Werke über die Wirkung der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich[2]) äußert er sich im zehnten Kapitel: „Wir können die bedeutende Größe und glänzenden Farben und in einigen Fällen auch die hellen Färbungen der benachbarten Teile, wie z. B. der Blütenstiele, Deckblätter begreifen. Durch dieses Mittel werden sie für die Insekten auffällig gemacht, nach demselben Prinzipe, daß beinahe jede Frucht, welche von Vögeln verzehrt wird, in der Färbung einen scharfen Kontrast mit dem grünen Laube darbietet, damit sie gesehen werde und ihre Samen reichlich ausgestreut werden können. Bei einigen Blüten wird das In-die-Augen-fallen selbst auf Kosten der Fortpflanzungsorgane erreicht, wie z. B. mit den Strahlenblütchen vieler Kompositen, den äußeren Blüten von *Hydrangea* und den endständigen Blüten der Federhyazinthe oder *Muscari*. Es ist auch Grund zu der Annahme vorhanden — und das war die Meinung Sprengels — daß Blüten in der Farbe und zwar in Übereinstimmungen mit den Insektenarten, welche sie besuchen, voneinander abweichen." — Man sieht also, Darwin teilt im allgemeinen die Meinung Sprengels, ohne eine Spezialwirkung der Farbe zu betonen.

Mit noch größerer Zurückhaltung für den Effekt der Farbe äußert sich Federico Delpino aus Chiavari, von dem wir auch eine Einteilung der Blumenfarben haben. In seinen Ulteriori

[1]) On the various contrivances by which British and foreign Orchids are fertilized. 1862. Deutsch von Carus. 2. Aufl. Stuttg. 1877.

[2]) The effects of cross and self fertilisation in the vegetable kingdom (1876).

osservazioni sulla dicogamia nel regno vegetale lautet es über *Ribes aureum*, welcher Strauch purpurrote Blüten hat: „Tale colorito serva di segnale agl'insetti, perche facciano di preferenza le loro visite ai fiori non segnati con vantaggio reciproco come della pianta che degl'insetti. [1])"

Das große Verdienst, an den Insekten zuerst Experimente angestellt zu haben, muß dem Franzosen Bonnier[2]) und dem Engländer Lubbock[3]) zugeschrieben werden. Sie beide gingen aus von der Frage, ob die Farbe überhaupt anzieht. Jener experimentierte mit vielen Bienen, dieser mit einer oftmals.

c) Da die Versuche Hermann Müllers auf die gleiche Frage Antwort geben, welche sich jene beiden Forscher stellten, so werde ich nur die Versuche dieses bedeutenden Blütenbiologen wiedergeben. Bevor ich aber auf dieselben eingehe, sehe ich mich veranlaßt, hervorzuheben, daß Müller die Wirkung der Augenfälligkeit und des Duftes verglich[4]) und dabei zu folgenden Schlüssen gekommen ist: Über jene sagt er: „Unter übrigens gleichen Bedingungen wird eine Blumenart um so reichlicher von Insekten besucht, je augenfälliger sie ist", und von diesem heißt es: „Daß den Pflanzen auch der Duft der Blumen dadurch von Vorteil ist, daß er dieselben den Insekten von weitem bemerkbar macht, erscheint von vornherein unzweifelhaft und kann durch ebenso entscheidende Beispiele belegt werden, wie die Wirkung der Augenfälligkeit; es läßt sich sogar durch direkte Beobachtung des Insektenbesuchs mit voller Sicherheit feststellen, daß Blumenduft ein weit kräftigeres Anlockungsmittel ist als bunte Farbe." Und weiter unten sucht er auch diesen Satz zu begründen. Auch ist die Ursache dieser Erscheinung leicht einzusehen, denn der Geruch einer Speise gibt von der stofflichen Beschaffenheit derselben unmittelbare Gewißheit, der Anblick nicht. Die Experimente stellte Müller[5]) so an: Er legte zwischen zwei Glasplatten Blumenblätter verschiedener Farben, versah jede dieser Platten mit einem Honigtropfen und beobachtete, ob die von ihm bezeichneten Bienen eine Farbenauswahl trafen, und er kam zum Schlusse, daß eine Farbe vor der andern bevorzugt wurde. Daß die Farbe überhaupt anzieht, ist für Müller eine ausgemachte Sache; ihm kam es mehr darauf an, eine Selektion zu konstatieren, mit welcher er die vorhan-

---

[1]) Eine solche Färbung dient den Insekten als Flagge, damit diese (gefärbten) Blumen, im Unterschiede zu den nicht gekennzeichneten zu der Insekten und Blumen größerem Vorteile um so mehr besucht werden.

[2]) Les nectaires, étude critique, anatomique et physiologique. (Extrait des Annales des Scienc. Natur. Botanique. Série VI. Tome VIII. Paris 1879.)

[3]) Der Farbensinn der Bienen. (Internationale wissenschaftliche Bibliothek. Band LVII. Leipzig F. A. Brockhaus) 1883.

[4]) Müller, Hermann: Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider. Leipzig 1873.

[5]) Müller, H., Versuche über die Farbenliebhaberei der Honigbiene. (Kosmos. VI. Heft 10. p. 273. Stuttgart 1882.)

denen Farben und Formen der Blumen in der Natur erklären wollte.

Plateau[1]) erblickt jedoch darin einen Widerspruch gegen seine Dufttheorie und äußert sich darüber auf folgende Weise: „Le travail de H. Müller, certainement un des meilleurs du savant naturaliste, bien qu'ayant été effectué à l'aide de parties naturelles de fleurs ou de feuilles, offre cependant un caractère artificiel, puisque les pétales ou les feuilles étant enfermés entre des plaques de verre, les Insectes devaient retrouver ces objets sous un état qui n'est plus celui sous lequel ils se présentent dans la nature. La preuve indéniable du côté artificiel des expériences est fournie par toutes les peines que Müller dut se donner pour habituer un certain nombre d'Abeilles à venir sucer le miel sur les plaques. Jamais d'elles-mêmes elles n'auraient reconnu des parties de fleurs sous la forme où on les leur offrait." Er sucht das so zu begründen: Müller habe am Anfange seine Platten vor dem Bienenstock aufgestellt und habe keine Erfolge erzielt. Es ist zu verwundern, daß Plateau eigentlich nicht stichhaltigere Gründe bringt. Da er den Insekten nun einmal einen scharfen Geruchsinn zuschreibt, der selbst auf die feinsten Partikelchen in der Atmosphäre reagiert, und da Müller sich selbst für den allgewaltigen Honigempfindungstrieb der Biene erklärt, so hätte er doch wohlweislich einwenden können, daß diejenige Farbe am meisten Ausschlag geben mußte, wo relativ der meiste Honig gewesen wäre, und deshalb — hätte er schließen können — stimmen auch die Resultate Müllers und Lubbocks nicht überein. Die oben angeführten Gründe aber sind keineswegs beweiskräftig. Und um die historischen Betrachtungen abzuschließen, möge noch angeführt sein, was Anton Kerner von Marilaun von der Attraktionskraft des Duftes und der Farbe hielt.

d) Er schreibt am Anfange des Kapitels[2]) über die Blütenfarbe als Lockmittel für Insekten und andere Tiere: „Wenn wir wollen, daß dem Auge beschränkte Stellen aus der Ferne kenntlich werden, so helfen wir uns bekanntlich mit Farbenkontrasten. Wir stecken an der Eisenbahn Signale aus, auf welchen sich ein rotes Band auf weißem Untergrunde abhebt, bringen goldne Lettern auf schwarzen Schildern an und malen schwarze Kreise und ein schwarzes Zentrum auf die weiße Scheibe, nach welcher wir den Lauf des Gewehres richten. Ganz ähnliche Farbenkontraste kommen auch an den Pflanzen zur Geltung, deren Blüten das Ziel anfliegender Tiere sind." Der Geruchsinn der Insekten ist nach ihm ein ungemein feiner. Und indem er die Wirkung der beiden Faktoren in Betracht zieht, sagt er: „Man könnte glauben, daß der Duft allein schon zur Anlockung der Insekten genügen würde; es muß aber doch wohl anders sein,

---

[1]) Extrait des mémoires de la société zoologique de France. Nouvelles recherches sur les rapports entre les insectes et les fleurs. Deuxième Partie. Le choix des couleurs par les insectes. Paris 1899.

[2]) Kerners Pflanzenleben. Band 2.

denn sonst wäre es nicht begreiflich, warum die verschiedenen nach Aas duftenden *Aristolochien*, *Stapelien*, *Rafflesien* und *Balanophoreen* neben dem Dufte auch noch die Farben des Aases an sich tragen. Wieviel bei dieser Anlockung auf Rechnung der Farbe, wieviel auf Rechnung des Duftes kommt, ist freilich schwer zu entscheiden, und es wäre verfrüht, schon jetzt hierüber ein endgültiges Urteil abzugeben. Es ist hier überhaupt die Bemerkung einzuschalten, daß die zuletzt mitgeteilten Angaben nicht so hingenommen werden dürfen, als wären sie sämtlich über allen Zweifel erhaben. Die Untersuchungen über diese Fragen sind sehr schwierig, und der Fehlerquellen gibt es so viele, daß die bisherigen Ergebnisse über kurz oder lang manche Berichtigung erfahren dürften. Diese Bedenken dürfen aber andererseits auch nicht so aufgefaßt werden, als wäre dem, was bisher ermittelt wurde, aller Wert abzusprechen. Das eine ist ja mit Sicherheit festgestellt, daß die einen Blütenfarben von diesen, die andern von jenen Tieren bevorzugt werden, und daß das Fehlen oder Vorkommen, das Zurücktreten oder Vorherrschen einzelner Blütenfarben mit den gleichen Erscheinungen in der Tierwelt in Parallele zu stellen ist."

A. Logischer Teil.

I. Die Kritik der Methode Plateaus.

Beim Lesen der obigen Zeilen erhellt, daß jene bedeutenden Forscher zu einer richtigen Formulierung der Frage noch gar nicht gekommen sind; deshalb erschien eine Untersuchung geboten, um so mehr, weil andere Forscher wie Gaston Bonnier[1], J. Mac Leod[2]) und vor allen Felix Plateau eine Anziehungskraft der Farbe durchaus in Abrede stellen.

Dagegen ist zunächst folgender Einspruch zu erheben: Gibt es in der organischen Natur wirklich so ausgebildete Organe, wie die verschiedenen lebhaft gefärbten Korollen und mannigfaltig ausgeprägten Infloreszenzen, die keinen Zweck oder Sinn haben, und wenn sie einen solchen haben, sind wir auch dann berechtigt, Organen, welche eine derartige Differenzierung aufweisen, einen andern Sinn beizulegen, als den der Anlockung? Ich glaube das entschieden verneinen zu müssen und um so entschiedener, als seit Sprengel und Darwin die vollkommenste Anpassung der Insekten an die Blumen nachgewiesen worden ist. Sodann wäre fürs weitere zu betonen, daß die optischen Effekte auf das Insektenauge analog sein müssen wie bei den höheren Tieren, da die Gesetze in der Natur stets die gleichen bleiben und die Organismen, so verschieden sie auch sein mögen, sich denselben

---

[1]) Les nectaires: étude critique anatomique et physiologique. (Annales des Sciences Naturelles. Botanique. 1899.)

[2]) Mac Leod, J. Over de bevruchting de bloemen in het Kempisch gedeelte van Vlanderen. Gent. 1894.

anpassen müssen. Daher gelangt auch Sigmund Exner im Vorworte seines epochemachenden Werkes über die facettierten Augen zu folgendem Schlusse: „Das Facettenauge liegt abseits von den viel begangenen Wegen unserer Wissenschaft. Einerseits aber hat es unzweifelhaften wissenschaftlichen Reiz, wie und warum die Natur zwei so grundverschiedene Mittel benutzt, um anscheinend zu demselben Ziele zu gelangen, ein Lebewesen mit Augen auszustatten." Und nicht anders sieht sich Joannes Chatin in seinen Contributions expérimentales à l'étude de la chromatopsie chez les batraciens, les crustacés et les insectes zu demselben Schlusse veranlaßt, zu welchem auch James Deward für die höheren Tiere gekommen ist, daß nämlich jene niederen Tiere ähnliche, ja annähernd die gleichen Farbenwahrnehmungen an den Tag legen wie die Wirbeltiere.

Man sieht also, Plateau hat nicht ganz recht, wenn er behauptet, wir hätten keine praktischen Mittel, wodurch wir einen Farbensinn der Insekten nachweisen könnten. Er hätte vielmehr von jenem Gesichtspunkte aus seine Experimente anstellen müssen und würde dann auch zu anderen Resultaten gekommen sein. Daß man aber notwendig so schließen muß: Der Duft zieht allein die Insekten an — kann seine Erklärung nur darin finden, wenn man den Duft als allein anziehenden Faktor supponiert. Bei dieser Auffassungsweise kann man auch die Art des Experimentierens und die Methode, deren Ausfluß sie ist, verstehen.

Deshalb muß diese letztere auch einer näheren Betrachtung unterzogen werden. Er verurteilt in seiner Schrift des Jahres 1899 in dem Paragraphen Méthodes à éviter et méthode à suivre die Experimente mit den künstlichen Blumen: „Ainsi que je l'ai expliqué toutes celles basées sur l'emploi de papiers ou d'étoffes colorés sont essentiellement défectueuses par elles-mêmes, conduisant inévitablement à des résultats discordants et doivent être abandonnées." Der Grund, welchen er hierfür angibt, ist dieser: Die gefärbten Pflanzenteile würden das Licht anders reflektieren als die gefärbten Papiere und Stoffe, und wenn diese durchsichtig wären, würden sie andere Lichtstrahlen durchgehen lassen oder absorbieren. Das ist ganz richtig, aber um so mehr muß sich Plateau überzeugen lassen von der großen Attraktionsfähigkeit der natürlichen Farben, wenn diese künstlichen Blumen dennoch Insekten anziehen.

Er schlägt daher eine andere Methode vor, die zwar recht gut ist, aber dennoch für unsere Frage zu keinem Resultate führen konnte. Man solle verschieden gefärbte Varietäten derselben Art nehmen und solle beobachten, ob die Insekten eine Farbenauswahl träfen, in diesem Falle würde der Duft und der Nektar so gut wie keine Rolle spielen. Die Art und Weise des Experiments mag zur Erörterung der Farbenauswahl vortrefflich sein, gibt aber auf die Frage, ob die Farbe im Unterschiede zum Dufte überhaupt eine Wirkung ausübe, keine Antwort.

Der Hauptfehler der Plateauschen Untersuchungen liegt darin, daß er nicht von Anfang an zu einer richtigen Fragestellung gekommen ist; von dieser nämlich hängt alles ab. In allererster Linie müssen alle möglichen Faktoren, welche überhaupt eine Anziehung auf die Insekten ausüben können, herangezogen, zweitens muß mit möglichst vielen Faktoren zu gleicher Zeit experimentiert werden. Durch diese Methode wird ein Vergleichsgebiet geschaffen, das uns zur objektiven Schlußfolgerung zwingt. Solche Anlockungsmittel würden bei den Blumen z. B. folgende sein:

1. Gestalt; 2. Glanz; 3. Helligkeit und Farbe; 4. Honigduft; 5. Blütenduft.

Wenn uns nun die Versuche lehren, daß e. c. nur der Honigduft eine anziehende Wirkung auf die Insekten ausübt, so sind wir alsdann erst berechtigt, zu behaupten, jene Arthropoden werden nur durch jenen Faktor angezogen, richtig wird aber die Behauptung erst dann, sobald wir die Funktionen sämtlicher Sinnesorgane jener Tierklasse genau ermittelt und sobald wir festgestellt haben, daß ihr Zweck kein anderer ist, als auf jene Eigenschaften der Blumen zu reagieren. Wird jedoch eine Anziehung vonseiten jener anderen Faktoren konstatiert, so ist es eine weitere Aufgabe des Forschers, den Grad der Anziehung und den Unterschied derselben festzulegen zu versuchen.

Bei meinen Untersuchungen habe ich die oben angeführten attraktiven Eigenschaften in Betracht gezogen; ich erlaube mir aber nur über die Anziehung der Farbe und des Blütenduftes ein positives Urteil, weil vor allem die Wirkung dieser nachgewiesen werden soll.

Was die Perzeption der Gestalt anbelangt, so ist auf das meisterhafte Werk Sigmund Exners[1]) zu verweisen. Dem Glanze schreibt Felix Plateau einige Attraktionskraft zu, und ich kann ihm nach meinen bisherigen Erfahrungen beipflichten, daß die Wirkung desselben äußerst minimal ist. Die Wirkung der Helligkeit ist bekannt: die Anziehung der Farbe und des Duftes ist a priori anzunehmen, doch ist man über die unterschiedliche Anziehung noch nicht im klaren; zudem erheischen die Experimente Plateaus Gegentatsachen. Es lehrten mich nun meine Untersuchungen, daß sowohl die Tagesinsekten, als auch die Nachtinsekten auf die Farben reagieren; ich mußte daher auf die Frage kommen, in welchem Grade nun der Duft und die Farbe auf die Insekten wirken, und da diese Arthropoden selbst durch eine große Mannigfaltigkeit der Form und der Lebensweise sich auszeichnen, so war es doch höchst wahrscheinlich, daß Duft und Farbe nicht die gleiche Wirkung auf die differenten Insekten haben konnten. So bin ich denn für Farbe und Duft als auch für die verschiedenen Insekten zu verschiedenen Ergebnissen gelangt.

---

[1]) Exner, Sigm., Die Physiologie der facettierten Augen von Krebsen und Insekten. Leipzig und Wien, (Franz Deutike) 1891.

II. Die Kritik der wichtigsten Schriften Plateaus.

Der wichtigste Versuch, auf den F. Plateau immer wieder zurückkommt, ist das Experiment an *Dahlia variabilis*[1]). Auf die Kontradiktionen, welche derselbe in seinen Deutungen macht, gehe ich nicht ein. Kienitz-Gerloff hat in der Botanischen Zeitung zur Genüge darauf hingewiesen, daß Voraussetzung und Schlußfolgerungen gleich anfechtbar seien. Da aber August Forel[2]) Gegenversuche angestellt hat, — nicht um die hier aufgeworfene Frage zu erörtern, als vielmehr um überhaupt zu zeigen, daß Honigbienen an künstliche Blumen gehen — und ich meinerseits auch Kontrollversuche anstellen mußte, so ist eine Schilderung des Experiments bei *Dahlia variabilis* nochmals erforderlich.

Dem Beobachter zunächst standen zehn *Dahlia*-Büschel, darauf folgten hohe Sträucher von spanischem Flieder, und gleich dahinter wurde das Beobachtungsfeld abgeschlossen durch eine zwanzig Meter lange Mauer, an der sich *Ampelopsis quinquefolia* emporschlängelte. Das ganze bildete also einen scharfen Kontrast.

Plateau umhüllte die Randblüten nun mit bunten Papieren: doch die Insekten nahmen von denselben keine Notiz, und nur die Scheibenblüten wurden besucht. Auf diese Erfahrung hin glaubt sich der Genter Gelehrte zu der Folgerung berechtigt, daß weder Form noch Farbe auf die Insekten einen Einfluß ausüben und daher zu der Anlockung nicht beitragen. Dieser Schluß ist nicht richtig, und zwar deswegen, weil die Insekten ganz gut die mit den bunten Papieren umhüllten Randblüten und die gelbe Scheibenblüte gesehen haben können.

Die zweite Versuchsreihe sollte beweisen, daß die Blumenfarbe keine Anziehungskraft besitze; daher wurden nicht nur die Scheibenblüten, sondern auch sämtliche *Dahlia*-Köpfe mit den Blättern der *Ampelopsis quinquefolia* bedeckt: doch der Insektenbesuch dauerte dennoch weiter, ja einige Hexapoden suchten sich sogar den Weg durch das *Ampelopsis*-Blatt, mit welchem die Scheibenblüten bedeckt waren! Obgleich nicht alle Kerfe die Köpfe besuchten, blieb es für Plateau doch ausgemacht, daß der einzig anziehende Faktor nur der Duft sein könne.

August Forel[3]) hat jedoch nicht nur das Experiment wiederholt, sondern kommt auch zu anderen Schlüssen und wirft unserem Entomologen vor, nicht mit dem Gedächtnis und der Aufmerksamkeit der „Bienen" gerechnet zu haben. Mit künstlichen Blumen hat nun Forel auch Untersuchungen angestellt, welche er in seiner Schrift über die psychischen Fähigkeiten der Ameisen und einiger anderer Insekten aufgenommen hat. Diese

---

[1]) Die erste Schrift von 1895.

[2]) Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen und einiger anderer Insekten mit einem Anhang über die Eigentümlichkeiten des Geruchsinnes bei jenen Tieren. München (Ernst Reinhardt) 1901.

[3]) Auch eine Kritik der Plateauschen Schriften von seiten Forels. III. Plateau, Felix, Mes nouvelles expériences. Sensations des Insectes. (Estratto dalla Rivista di Biologia generale. Como 1901.)

Artefacte bestrich Forel mit Honig, den er jeden Augenblick erneuern mußte, um den Besuch der Biene rege zu erhalten. Auch hier hätte Plateau einwenden können, wenn er konsequent gewesen wäre, daß lediglich der Honigempfindungstrieb und das Geschmacksgedächtnis die Bienen zu den künstlichen Blumen geführt hätte. Allein er hat Forels Versuch nicht einmal zur Genüge gewürdigt.

Das Experiment, welches Plateau an *Lobelia erinus*, einer Pflanze, die zu der Ordnung der *Campanulinen* gehört, gemacht hat, und welches er uns in seiner Schrift des Jahres 1896 wiedergibt, ist eher ein Beweis für die Anziehungskraft der Farbe als des Duftes. Auch dieser Versuch hat von Kienitz-Gerloff und von H. Reeker[1]) in Münster eine Besprechung erfahren. Allein er ist für die große Anziehungskraft der Farbe so überzeugend, und man ersieht aus ihm so manches andere und für unsere Fragestellung so Wichtige, daß ich nicht umhin kann, denselben nochmals vorzuführen. Dabei möchte ich zugleich vorausschicken, daß Darwin mit dieser Pflanze schon experimentierte und zu dem Schlusse gekommen ist: Es gibt keinen Zweifel, daß die farbige Krone hier der Hauptleiter ist. Die Kolonne, über welcher „*Lobelias intacts*“ steht, soll uns die Farbensphäre, diejenige, über welcher „*Lobelias sans pétales*“ steht, soll uns die Duftsphäre vorstellen.

	Lobelias intacts Individus.		*Lobelias sans pétales.* Individus.	
Insectes se posant pour sucer	Eristalis tenax	13	Eristalis tenax	3
			Syrphus	2
Insectes examinant en décrivants des cercles au vol	Eristalis tenax	4	Syrphus	1
	Bombus terrestris	2	Helophilus	1
	Vespa vulgaris	1	Vespa vulgaris	1
	Vanessa atalanta	1	Vanessa atalanta	1
Insectes se posant pour sucer	Eristalis tenax	1	Eristalis tenax	3
			Musca	1
Insectes examinant en décrivant des cercles	Bombus terrestris	5	Bombus muscorum	1
	Odynerus quadratus	1	Bombus terrestris	1
			Vespa vulgaris	1
Insectes se posant pour sucer	Eristalis tenax	18	Eristalis tenax	15
	Syrphus	1	Pieris napi	1
Insectes ne se posant qu'en instant	Pieris napi	1	Pieris napi	1
	Vanessa urticae	1	Vanessa urticae	1
Insectes examinant en décrivant des cercles au vol	Bombus terrestris	3	Bombus terrestris	2
	Pieris napi	1	Pieris napi	3
	Eristalis tenax	8	Eristalis tenax	1
	Vanessa	1	Vespa vulgaris	1

Die drei Versuche wurden an zwei Tagen vorgenommen, wovon zwei am ersten Tage am 14. September von 9—10 Uhr

[1]) Der Zoologische Garten. Zeitschrift für Beobachtung, Pflege und Zucht der Tiere. Herausgegeben von der neuen Zoologischen Gesellschaft in Frankfurt a. M. 1898. No. 4.

morgens und von 2—3 Uhr 10 Minuten nachmittags. Der dritte Versuch am 16. September von 11—12½ Uhr vormittags. Zählt man die Besuchszahlen der Kolonne links und der Kolonne rechts zusammen, so ergibt sich das Verhältnis von Farbe: Duft wie 62 : 41. Man sieht also, daß die unversehrten *Lobelien* um ein Drittel mehr besucht wurden, als die der Kronblätter entblößten; daß diese letzteren überhaupt noch einen so relativ zahlreichen Besuch erhielten, findet seinen Grund wohl darin, daß die von der Korolle entblößten Nektarien bei diesen Pflanzen freier lagen und so der Honigduft den Insekten mehr bemerkbar wurde, als bei den mit Kronblättern versehenen *Lobelien*. Auch Plateau ist der Ansicht, daß dieses Experiment für die Duftanziehung eigentlich nichts beweise. meines Dafürhaltens aber ist das ein vollkommen negatives Resultat, welches eher für das Gegenteil seiner Behauptung spricht. Aus diesem Versuche läßt sich noch obendrein ersehen, daß sich die verschiedenen Insekten ganz verschieden verhalten. So ist das Verhältnis der Besuche von Farbe zu Duft bei *Eristalis tenax* wie 2 : 1. Bei *Bombus terrestris* wie 3 : 1, während nur bei *Syrphus* das Verhältnis ein kleineres ist, nämlich 1 : 4. Aus den Versuchen mit andern Insekten läßt sich nichts Bestimmtes schließen. Aus dem Ganzen aber ersieht man, daß man sich vor einer Verallgemeinerung hüten muß.

Die für unsre Frage wichtigste Schrift Plateaus ist die, in welcher er uns die Experimente mit *Salvia horminum* und *Hydrangea opuloides*[1]) vorführt. Jene Pflanze, eine *Labiate*, zeigt an ihrer Spitze gefärbte Brakteen, diese, eine *Saxifragacee*, hat große peripherische Randblüten aufzuweisen; die ganze Infloreszenz ist eine Dolde. Nun wurde von den gewiegtesten Botanikern bisher angenommen, daß diese Schauapparate den Zweck hätten, die Insekten anzulocken, allein Plateau glaubt, in seiner Schrift den Beweis geliefert zu haben, daß diese Ansicht wohl auf den ersten Blick eine bestechende, in der Tat aber unzulänglich ist. Und zwar sollen folgende Experimente die Unrichtigkeit der früheren Ansicht dartun: Die Zeit, in welcher dieselben ausgeführt wurden, erstreckte sich vom ersten Juli bis zum zehnten August, d. h. über die ganze Blütezeit der *Salvia horminum*. Die eine Beobachtung machte Plateau im Botanischen Garten zu Gent, die andere in seinem eigenen Garten. In jenem waren die *Salvia horminum*-Kräuter dicht gesät in einem Rechtecke von anderthalb Meter Breite und einem Meter Länge. Das ganze Beet bestand aus einer Masse dichter Büschel, zweihundert an der Zahl, sodaß die gefärbten Hochblätter gut in die Augen fielen. Die Besucher waren zahlreiche *Apis mellifica* und weniger zahlreiche *Anthidia manicata*, sodann zwei Lepidopteren *Pieris napi* und *Rhodocera rhamni*. Diese letzteren nahmen Notiz von den Brakteen, d. h. wie sich Plateau ausdrückt: ils se

[1]) Miltz hat im Biologischen Centralblatt diesen Versuch referiert. 1903. Nouvelles recherches sur les rapports entre les insectes et les fleurs. Étude sur le rôle de quelques organes dits vexillaires. Paris 1898.

laissent plus facilement illusioner, während die Hymenopteren die kleinen Blüten der *Salvia horminum* fast immer beflogen. Nur sagt Plateau etwas einschränkend: „Les seuls erreurs que l'on constate de temps en temps de la part des Hyménoptères consistent en rares et courtes hésitations devant des bractées, durant la visite ascendante de fleur en fleur, ou devant des bourgeons de bractées, non encore épanouis et simulant de petits boutons floraux roses." An einem andern Tage, am 10. August, zählte Plateau 388 kleiner Lippenblüten von sechs Honigbienen besucht. Und durch diese Tatsachen sieht er sich genötigt, die Anziehungskraft der Hochblätter in Abrede zu stellen. In der Meinung jedoch, es könnten folgende Einwürfe gemacht werden: Die *Salvia horminum* stände schon seit Jahren an demselben Platze, und die Honigbienen hätten nach und nach gelernt, die Brakteen, welche ihnen weder Nektar noch Pollen gewähren, zu vernachlässigen, sieht sich Plateau veranlaßt, in seinem eigenen Garten die Versuche zu wiederholen.

Zu diesem Behufe ersah er sich ein kreisförmiges Blumenbeet von vier Meter Durchmesser, welches der Sonne ausgesetzt war; dieses enthielt: erstens, in der Peripherie verblühte Erdbeerbüsche, sodann einen zweiten konzentrischen Kreis von *Dianthus barbatus*, dessen Blumen in lebhaften weißroten Farben blühten und einen durchdringenden Duft von sich gaben, welcher „wie bekannt" viele Insekten herbei lockte; ein dritter Kreis bestand aus blühenden *Salvia horminum*, und im innersten stand *Canna indica* ohne Blüten. Er schickt die Bemerkung voraus, daß die *Salvia horminum* zum ersten Male in seinem Garten stand und die Insekten sich daher nicht an die Hochblätter gewöhnt haben konnten. Das ganze Beet aber war, wie Plateau selbst sagt, von weitem sehr gut sichtbar. „Ce grand cercle de bractées colorées s'élevant audessus des plantes était par conséquent bien visible de loin." Die gesamten Beobachtungen erstreckten sich innerhalb 24 Tage auf eine Dauer von 27 Stunden und 30 Minuten.

Die Zahl der besuchenden Insekten war eine sehr große; er unterscheidet nach der Wirkung vier Gruppen der besuchenden Insekten.

A. Insekten, welche sich weder auf *Dianthus* noch auf *Salvia* setzten.

B. Insekten, welche ausschließlich *Dianthus* besuchten.

C. Insekten, welche bald *Dianthus* und bald die Brakteen der *Salvia* besuchten.

D. Insekten, welche nur *Salvia horminum* besuchten.

Bei der Beobachtung A konstatierte er folgendes: Hundert und drei Lepidopteren und drei *Bombus terrestris* umflogen das Beet, und er schließt nun: Die Tatsache, daß diese Insekten anderswo hinflogen, nachdem sie einen Augenblick über dem Beete sich aufgehalten hatten, zeigt schon, daß die Brakteen so gut wie keine Anziehungskraft haben. Was würde nun Plateau aber sagen, wenn ihm der Einwurf gemacht würde, die Insekten hätten schon von weitem das Blumenbeet wahr-

genommen und würden dann wieder davon geflogen sein, weil ihnen der Duft der Blumenblätter oder des Nektars nicht zugesagt hätte? Ich meine, er könnte wohl kaum etwas dagegen erwidern, da er selbst einer Fernsicht der Insekten nicht abgeneigt ist, wenn er auch betont, daß dieselben die Gegenstände nur verschwommen sehen. Mit welchem Rechte leugnet er daher eine Anziehungskraft der Schaugebilde? Sind denn die Beobachtungen, welche er unter C anführt, nicht ein deutlicher Beweis dafür, daß die Hochblätter der *Salvia* dennoch eine Anziehungskraft ausüben? Ein dreiunddreißigmal „Beflogenwerden" ist zu viel, um behaupten zu dürfen, daß diese Besuche „Erreurs" seien, selbst wenn diese Experimente auf achtzehn Stunden ausgedehnt werden! Das mag wohl auch Plateau selbst fühlen, wie das aus seinen Schlußfolgerungen zu ersehen ist. Denn nachdem er zuerst die Wirkung der Hochblätter in Abrede stellt, räumt er ein: „C'est à dire qu'ils n'ont pas été particulièrement attirés par ces organes", und läßt dieses particulièrement gesperrt drucken. Mit anderen Worten heißt das: Eine Anziehung ist vorhanden, obgleich ich die Schaugebilde nicht als Flaggensignale anerkennen kann. Und seine Beweisführung ist diese: Weil im allgemeinen diese Schaugebilde weniger besucht werden, als die einzelnen kleinen gefärbten Blüten, dürfe man nicht annehmen, daß diese eine Anziehung ausüben. Auch beweist die Beobachtung D durchaus gar nichts für die Ansicht unsres Gegners; denn sehr gut können die Insekten durch den Gesamtkontrast des Beetes angelockt worden sein, schon auf Entfernungen hin, und sind dann in der Nähe durch den ihnen zusagenden spezifischen Duft der *Salvia horminum* weiter in die kleinen Blüten hineingeführt worden.

So reden auch diese Versuche des Insektenbiologen Plateau nicht für eine Anziehung des Duftes allein, sondern es ist leicht ersichtlich, daß noch andere Faktoren bei derselben tätig sein müssen.

Auf die letzte Schrift Plateaus[1], welche über unsre Frage handelt, gehe ich noch nicht ein; sondern ich werde dieselbe erst dann abhandeln, wenn ich auf mein Experiment von *Papaver orientale* kommen werde. —

B. Experimenteller Teil.

I. Über die Ausführung meiner Experimente.

Meine Beobachtungen wurden ausgeführt im Frühjahre und Sommer des Jahres 1902 und im Frühjahre des Jahres 1903[2]. Die Zeit, welche ich zum Experimentieren wählte, war meistens vormittags von 9—12 und im Sommer gewöhnlich eine Stunde früher. Nur wenn ich durch das Wetter verhindert wurde, machte ich meine Versuche nachmittags.

[1]) Les *Pavots décorollés* et les insectes visiteurs. Expériences sur le *Papaver orientale*. Bruxelles 1902.

[2]) Ich gebe hier nur die Beobachtungen des Jahres 1902 wieder.

Der Ort meiner Untersuchungen und Beobachtungen wurde verschieden gewählt. Ich beobachtete in Jena, am Comersee und in Corsica. Die Stellen, an denen ich meine Experimente machte, waren in Jena der Botanische Garten, Wälder und sonnige Hügel in der Nähe dieser Stadt. In Cadenabbia am Comersee ersah ich zu meinen Versuchen vor allem den Garten meines Vaters und dann noch andere Gärten. — Da ich bald einsah, daß die Beobachtungen im Freien äußerst geringe oder keine Erfolge hatten, weil die Blumen fast nie so dicht gehäuft zusammen stehen wie in den Gärten, so behielt ich diese stets als die geeignetsten Plätze zu meinen Experimenten bei.

Die Insekten, an welchen ich meine Beobachtungen vornahm, gehören vorwiegend den Ordnungen der Hymenopteren, Dipteren, Lepidopteren und Coleopteren an. Es ist klar, daß ich nur für diejenigen Insekten zu einem Resultate gekommen bin, welche am häufigsten vorkommen und daher auch am besten in Augenschein genommen werden konnten. Und indem ich mich anschicke, meine ersten Beobachtungen wiederzugeben, möchte ich betonen, daß ich nur eine Auswahl meiner Versuche hier aufführen kann, um nicht zu breit zu werden. Sodann möchte ich auch beiläufig hinzufügen, daß viele Versuche keine Erfolge hatten; niemals aber habe ich ein negatives Resultat erzielt, was nach der Behauptung des Professor Plateau: nur der Duft zieht die Insekten an, doch wohl hätte sein müssen.

a) Erste Beobachtungsreihe im Botanischen Garten zu Jena.

Erster Versuch. Tag: 6. März. Zeit: 1/2 12—1 1/2 Uhr. Temperatur 12°. Sonnenschein.

In einem runden Beete standen ungefähr dreißig bis vierzig Exemplare von *Eranthis hiemalis*, einer der ersten Frühjahrsblumen. Die besuchenden Insekten waren *Apis mellifica* und *Musca domestica*. Zwei Meter von dem Beete wurden gelbe künstliche Blumen aus Stoff und Papier aufgestellt. Der Versuch sollte zeigen, ob diese Artefakte beflogen werden oder nicht. Die Honigbienen umschwärmten hauptsächlich das *Eranthis*-Beet, nahmen aber auch die künstlichen Blumen wahr, flogen heran und dann wieder weg; manchmal eine herzu, zurück und wieder herzu, gleichsam, um sich zu überzeugen. Innerhalb der Zeit einer Stunde sah ich wenigstens zehn Honigbienen sich auf die künstlichen Blumen niedersetzen; drei hielten sich über eine halbe Minute auf derselben auf, um Putzgeschäfte zu verrichten. Eine machte den Versuch, in eine Krone einzudringen, flog aber gleich wieder weg.

Erster Kontrollversuch am 7. März, von 1/2 12—1 1/2 Uhr. Temperatur 12°. Sonnenschein.

Zu diesem Versuche nahm ich eine Glasglocke, wie man sie zu Pilzkulturen braucht. Sie wurde über eine *Eranthis* gestellt. In der ersten Viertelstunde flogen vier Honigbienen an die Glasglocke. Als diese sich jedoch mit Feuchtigkeit beschlagen

hatte, wurden die darinnen befindlichen Blumen ignoriert. Ich stellte dann wieder gelbe künstliche Stoffblumen hin, und diese wurden innerhalb einer Stunde achtmal beflogen. Nach der Entfernung der Glasglocke besuchten die Honigbienen die *Eranthis* wieder.

Zweiter Kontrollversuch. Am 14. März wurde abermals *Eranthis hiemalis* vorgenommen; zwischen diesem und dem letzteren Versuche war eine Woche Regenwetter eingetreten.

Zeit 1—2 Uhr. Die Honigbienen flogen mit dem Winde. Temperatur 13°. Ich nahm drei dünnwandige Bechergläser und stellte sie, den Boden nach unten, am Rande des Beetes auf. Das erste Glas enthielt zehn *Eranthis*-Blüten, von welchen die Korollen entfernt waren; das zweite Glas enthielt zehn vollständige *Eranthis*-Blüten. Das dritte Glas war um zwei Schritte von dem andern entfernt und enthielt nur die gelben Blätter der Blütenhülle. Wie verhielten sich nun die Honigbienen dazu? In dem ersten und zweiten Glas fanden sich gleich viel *Musca domestica* vor. In dem dritten Glas waren keine (es enthielt dur die gelben Petalen). Von den Honigbienen flog eine in das erste Glas, zwei andere flogen nahe heran. In das zweite Glas, wo die vollständigen Blüten waren, flogen vierzehn hinein und zehn darum herum. Um das dritte Glas, wo nur Blumenblätter waren, flogen vier herum und neun hinein.

Aus diesen drei Versuchen ist folgendes mit Sicherheit zu entnehmen: Die Honigbiene geht an die künstliche Blume, und zwar wird diese nicht zufällig wahrgenommen, sondern sie wird direkt beflogen. Würde nach Plateau der in den Antennen lokalisierte Geruchsinn alles leisten, so würden die künstlichen Blumen ihrer stofflichen Beschaffenheit wegen eher eine Abstoßung bewirkt haben; da dies aber nicht der Fall war, so muß man annehmen, daß die Farbe der künstlichen Blumen eine überwiegende Anziehung auf Apis mellifica ausübte.

Übrigens bin ich nicht der erste, der konstatiert hat, daß Insekten an künstliche Blumen gehen. Forel hat, wie schon oben erwähnt wurde, diesbezügliche Versuche mit Erfolg gemacht. Bedford[1]) erzählt den Fall, daß eine Dame, deren Hut mit künstlichen Maiglöckchen geschmückt war, einige Zeit lang von einem *Pieris brassicae* verfolgt wurde, der von Zeit zu Zeit den Versuch machte, sich auf die Blumen niederzulassen.

Eine andere Tatsache wird von Blanchard[2]) in seiner Revue scientifique berichtet. An den Zimmerwänden eines Hotels, in welchem er sich aufhielt, waren große rote Blumen gemalt; diese wurden regelmäßig beflogen von einem Schwärmer, und nie flog derselbe an die Decke, welche mit grünen Ranken und Blättern bemalt war.

Schließlich experimentierte auch Reeker[3]) in Münster mit künstlichen Kornblumen und mit nachgeahmten Blumen von

---

[1]) Bedford, C. E. The Entomologist. Juliheft 1897.
[2]) Blanchard, R. Revue Scientifique. 1897.
[3]) Der Zoologische Garten. Frankfurt a. M. 1898. Nr. 5.

Ranunculus acris, und auch seine Versuche ergaben „ein so übereinstimmendes positives Resultat“, daß er auf weitere verzichten durfte.

b) Zweite Beobachtungsserie den 17., 21., 22. März an *Crocus*-Blumen.

Erstes Experiment am 17. März $^1/_2$12—1 Uhr; annähernd windstill. Der Zweck der Beobachtung war wiederum der, ob die Farbe überhaupt anzieht. Er sollte ein Kontrollversuch sein mit einem andern Objekte. — An einem Hange des Botanischen Gartens standen verblühte *Eranthis hiemalis*, noch blühende Schneeglöckchen und soeben sich öffnende *Crocus*. Oberhalb dieses Hanges war ein großes Beet, das ganz voll war von verschieden gefärbten *Crocus* und lebhaft besucht war von *Apis mellifica*. Die *Crocus* am Hange, welche beobachtet werden sollten, waren nur in spärlicher Zahl vorhanden, aber dennoch wurden sie in auffälliger Weise von den Honigbienen besucht.

Ein dunkles Papier wurde über diese kleine Gruppe gelegt, und zwei Meter davon entfernt eine künstliche Blume aufgesteckt. Bald kamen die durch meine Bewegungen verscheuchten Honigbienen wieder herbei, flogen gleich zur Stelle der bedeckten *Crocus*, besuchten hierauf die künstliche Blume und gingen wieder zu den *Crocus* und den künstlichen Blumen und flogen schließlich zu einem *Galanthus nivalis*, um dann plötzlich nicht mehr wieder zu kommen. — Dasselbe Verhalten wurde während einer Viertelstunde an vier Honigbienen beobachtet. Nunmehr wurde das Papier entfernt und eine Glasglocke über die *Crocus*-Blumen gedeckt. Die Stelle wurde von fünf Honigbienen in Zeit einer Stunde besucht. Der Versuch beweist, daß *Apis mellifica* ein Ortsgedächtnis an den Tag legte[1]), denn sie konnte die durch das Papier bedeckten *Crocus* weder gesehen noch gerochen haben. — Sodann zeigt das Experiment, daß die Honigbienen die unter der Glasglocke befindlichen *Crocus*-Blumen gesehen haben müssen und nicht durch den Duft angezogen worden sind.

Zweites Experiment. $^1/_2$11—$2^1/_2$ Uhr. Die Honigbienen flogen gegen den Wind. Das große Beet, welches über dem Hange stand, sollte zum Versuche dienen. In demselben standen neben den mannigfach gefärbten *Crocus*-Blumen auch noch *Iris reticulata* und *Scilla sibirica*. Ein Meter von einer gelben *Crocus*-Gruppe wurde eine auffällige, gleichfarbige, künstliche Blume hingestellt und in derselben Entfernung ein Glas mit fünf gelben *Crocus*-Blumen. Ein Meter von diesem Glase weg — also drei Meter vom Beete entfernt — stand ein gleiches Glas mit zehn gleichen Blumen darin. — Es war mit dunklem Papier umhüllt, welches oben eine ziemlich große Öffnung hatte,

---

[1]) Über das Ortsgedächtnis der *Apis mellifica* siehe Buttels Schrift: Sind die Bienen Reflexmaschinen? Experimentelle Beiträge zur Biologie der Honigbienen. Leipzig 1900.

sodaß der Duft daraus ungehindert herausströmen konnte, und zwar um so besser, da der Wind den Bienen den Duft zuführte. Dessenungeachtet flog während der $2^{1}/_{2}$ Stunden keine einzige Honigbiene heran; auf die künstlichen Blumen flogen während der ersten Stunde zehn, in der nächsten Stunde eine. Das offene Glas mit den gelben *Crocus*-Blumen wurde alle Augenblicke in Augenschein genommen; doch nur einer *Apis mellifica* gelang es, hinein zu kommen. Diese flog zwei- bis dreimal wieder hin und zurück.

Experiment am 22. März von 11—1 Uhr. Die Bienen flogen senkrecht zur Windrichtung. Die Experimentierobjekte wurden außerhalb des Beetes gestellt. Ein Becherglas wurde mit blauen *Crocus* gefüllt und zwei Meter vom Beete entfernt hingestellt, ein anderes Glas mit weißen *Crocus* wurde vier Meter und eine künstliche Blume sieben Meter vom Beete weit aufgesteckt.

Besucher waren außer *Apis mellifica* noch *Bombus terrestris* und eine *Vanessa*. Innerhalb einer Viertelstunde flogen:

an das Glas mit blauen *Crocus* 11 Honigbienen,
„ „ „ „ weißen „ 9 „
„ die künstliche Blume 2 „

Beide Gläser wurden umgestülpt; in einer halben Stunde flogen:

an das umgestülpte Glas mit blauen *Crocus* 9 Honigbienen,
„ „ „ „ „ weißen „ 7 „

Beide Gläser wurden vertauscht:

an das umgestülpte Glas mit weißen *Crocus* 7 Honigbienen,
„ „ „ „ „ blauen „ 9 „

Die Sonne verdunkelte sich durch Wolken, sodaß die Gläser weniger beleuchtet wurden.

Nun wurden beide Gläser gleich weit vom Beete hingestellt, sechs Bienen flogen an das weiße, sechs flogen an das blaue. Zu gleicher Zeit wurden auch weiße *Crocus*-Knospen beobachtet; fünf *Apis mellifica* beflogen sie und mühten sich so lange ab, bis sie hineingedrungen waren. Die Nektarien dieser Knospe konnten wohl kaum die Honigbienen herbeigelockt haben, da sie nicht frei lagen und erst bei vollkommen geöffneter Blüte entwickelt wurden. Mithin mußte die Farbe den Ausschlag gegeben haben. Was die Methode mit dem umgestülpten Glase anbetrifft, so wurde mir dieselbe von Professor Stahl angegeben; sie hat vor allen andern den großen Vorteil, den Beweis zu liefern, daß die Insekten durch den Duft nicht angezogen werden können, sondern nur entweder durch den Glanz des Glases oder durch die Farbe der Blumen. Immerhin könnte der Einwand gemacht werden, daß der Duft durch den Rand des umgestülpten Glases hätte diffundieren können; dann aber müßten nach der Voraussetzung Plateaus, welcher nur den Duft als einzig anziehenden Faktor annimmt, die Honigbienen auch nur dorthin geflogen sein; das war aber gar nicht der Fall, sondern sie

flogen immer nur dorthin, wo die Farben der Blumen am deutlichsten bemerkbar waren. Bei diesem Versuche braucht man auch keinen Honig zu verwenden, wobei die Anhänger der Dufttheorie immerhin hätten einwenden können, das relative Mehr desselben hätte die Honigbienen angezogen.

c) Beobachtungen im Monate April.

Erstes Experiment am 2. April. Ziemlich viel Wind. Die Richtung des Windes wurde mit einem Streifen dünnen Papieres festgestellt, welcher an einem Stocke befestigt war. Als Versuchsobjekt wurde das rosafarbig blühende *Rhododendron ciliatum* gewählt, welches die Honigbienen lebhaft besuchten. Ich mache darauf aufmerksam, daß zur Zeit im Botanischen Garten keine anderen auffälligen Pflanzen blühten, und daß die *Apis mellifica* daher hauptsächlich auf diese Blumen angewiesen war. Als zwei Monate später die anderen *Rhododendron* blühten, die noch viel farbenprächtiger waren, als dieses *Rhododendron ciliatum*, wurden sie von den Bienen ignoriert.

Die Versuche mit diesem Stocke wurden in folgender Weise angestellt: Von zwei Gläsern, von welchen das eine bedeutend größer war als das andere, wurde das größere zwei Meter von dem Busche hingestellt. Das kleinere wurde mit *Rhododendron*-Blüten gefüllt, umgestülpt und drei Meter weit von dem Blumenstocke entfernt. Das erste sollte die Wirkung des Glasglanzes veranschaulichen, das zweite die Wirkung der Blumenfarbe. In der Zeit von einer halben Stunde waren nur zwei Bienen an dem leeren Glas zu sehen, zwölf am *Azaleen*-Glas und zwar stets oben, wo die roten Blumen waren. Zehn Honigbienen aber beflogen das *Azaleen*-Glas direkt, indem sie wiederholt in das Glas einzudringen versuchten. Keine einzige aber flog an das leere Glas. Das *Rhododendron*-Glas wurde in der umgestülpten Lage nun fünf Meter vom Busche entfernt. Sieben Honigbienen flogen in der Zeit von fünf Minuten hin.

Nun wurde es acht Meter vom Busche entfernt. Vier Honigbienen flogen in einer Viertelstunde hin.

Zweites Experiment. Drei Gläser wurden diesmal auf acht Meter von dem Stocke aufgestellt und alle drei waren gleich voneinander entfernt. In eines kam Honig der besten Qualität, in das andere sehr stark verdünntes parfümiertes Wasser; das dritte war wieder das umgestülpte *Rhododendron*-Glas. Das eine sollte die Anziehungskraft des Honigs, das zweite die Anziehungskraft des Duftes, das dritte die Wirkung der Farbe zum Ausdruck bringen.

Welches Glas wurde nun in Zeit einer Stunde am meisten beflogen?

	Farbe	Parfümiertes Glas	Honigglas
Musca	16	12	15
Apis	10	3	4

Ich muß hervorheben, daß von einem Befliegen der beiden Duftgläser vonseiten der Honigbiene keine Rede war, sondern diese flog direkt auf das Farbenglas zu und dann von diesem auf die beiden anderen Gläser. Von einem Herzufliegen war bei *Musca* nichts zu sehen, sondern diese war überall und fand sich in den oben angegebenen Zahlen an den Gläsern ein.

Kontrollversuch am 3. April von 1—2 Uhr, kein Wind. Glas 8 Meter vom Busche entfernt.

	Umgestülptes *Rhododendron*-Glas	Glanzglas
Apis mellifica	59	0
Musca domestica	1	1
	60	1

Verhältnis von Glanz: Farbe = 1 : 60.

Nach diesem äußerst erfolgreichen Kontrollversuche wurde der *Rhododendron*-Busch geschüttelt. Zehn Honigbienen flogen direkt nach dem Farbenglase, das 8 Meter von dem *Rhododendron ciliatum* entfernt war. Noch einmal wurde geschüttelt; es flogen vier Honigbienen, und zwar direkt und gleichsam plötzlich wieder auf das Farbenglas. Das dritte Mal ergab null Honigbienen, das vierte Mal wieder eine Honigbiene. Das Glas, welche die Wirkung des Glanzes repräsentierte, wurde ignoriert.

Dieser Versuch zeigt aufs deutlichste, daß *Apis mellifica*, welche die Hauptbefruchterin der Blumenpflanzen ist, in diesem Falle wenigstens, nicht auf den Glanz oder auf reflektiertes weißes Licht reagierte, sondern auf Licht von ganz bestimmter Wellenlänge, d. h. auf die Farbe. Er lehrt zudem aber auch noch folgendes: Die Honigbiene sieht die Farben noch weiter als auf 1—2 Meter, wie das von Knuth,[1] Focke[2] und Lemmermann[2] angenommen worden ist. Ja, wenn man logisch weiter schließt, muß man notgedrungen annehmen, daß die Farbe bei Beseitigung des umgestülpten Glases noch weiter wirken muß als auf 8—10 Meter, schon aus der einfachen Ursache, daß sich das Glas mit Feuchtigkeit beschlägt. Sodann muß hinzugefügt werden: Die Sichtbarkeit des Gegenstandes hängt höchst wahrscheinlich ab von der Zahl, Färbung und Größe der Blüten, oder *Apis mellifica* sieht um so weiter, je augenfälliger der Gegenstand ist.[3]

Experiment am 4. April an *Apis mellifica*. Ihr „Honigempfindungstrieb" sollte auf die Probe gestellt werden. Der Versuch dauerte zwei Stunden lang. Der Wind wehte von dem *Rhododendron*-Busche nach dem Glase; die Honigbienen witterten nichts. Nur eine *Apis mellifica* ging zweimal an das Glas; diese aber kam von der dem Busche entgegengesetzten Seite, streifte wie zufällig das Glas, witterte den Honig, leckte an

[1]) Knuth. Blütenbiologie.

[2]) Focke, O. und Lemmermann, E. Über das Sehvermögen der Insekten.

[3]) Wenn auch angenommen werden kann, daß die Konturen des Gegenstandes auf Entfernungen nicht mehr zu sehen sind, so ist kein Grund vorhanden, das gleiche für die Farbe behaupten zu wollen.

einem Tröpfchen, welches an der Innenseite unterhalb des Randes war, flog weg, kam wieder, zu ihrem eigenen Verderben, denn sie wurde das Opfer ihrer Gier.

Schon nach diesem Experimente halte ich es nicht für ungerechtfertigt, mich der Ansicht August Forels[1] anzuschließen, daß die Honigbiene nur ein schlechtes Geruchsvermögen besitzt, das nur in nächster Nähe ein Wittern ermöglicht. Auch O. Focke und E. Lemmermann haben den Satz aufgestellt, daß die Hymenopteren nur ausnahmsweise durch den Geruch geleitet werden.

Experiment am 2. April 1/212—1 Uhr an *Primula acaulis*. Es war ein Beet mit mehreren hundert Primeln, welche in den verschiedensten Farben prangten. Sie waren alle in geraden Reihen aufgepflanzt. Parallel zu diesen Primeln wurden folgende Objekte hingestellt: Erstens eine künstliche, recht gut nachgebildete gelbe Primel aus Stoff, dann ein umgestülptes, dünnes Becherglas mit blauen Primeln, als drittes Objekt ein Honigglas mit Honig der besten Qualität und schließlich ein offenes mit frisch gepflückten Primeln gefülltes Glas. Diese beiden letzten Gläser wurden mit dunkelgrauem Papier umhüllt, um ihren Inhalt zu verdecken. Sämtliche Gläser waren ein Meter von dem Beete entfernt. Der Versuch sollte lehren, ob Blumen-, Honigduft oder die Farben eine größere Anziehungskraft auf die Insekten ausüben. Die Besucher waren *Apis mellifica*, *Musca, domestica*, *Anthophora acervorum*, *Rhodocera rhamni*. Welches war das Resultat?

	Künstliche Blume	Umgestülptes Glas	Honigglas	Duftglas
Anthoph. ac.	3	0	0	0
Rhodoc. rh.	1	0	0	0
Apis mellifica	10	5	0	0
Musca dom.	4	8	0	1

Das Verhältnis der Wirkung von Farbe zu Duft war wie 31 : 1.

Kontrollversuch am 11. April zur selben Tageszeit. Es wurde recht dünnflüssiger Honig genommen, mit Papier umhüllt und in 1 Meter Entfernung von dem Beete gebracht. Zwei Meter von dem Beete entfernt wurde eine künstliche Blume und ein umgestülptes großes Becherglas hingestellt. Die Wirkung war folgende:

	Künstliche Blume	Umgestülptes Glas	Vier Honiggläser
Anthoph. acerv.	4	0	0
Musca domestica	8	0	3
Apis mellifica	14	2	0
	26	2	3

Das Verhältnis der Wirkung von Farbe : Duft = 28 : 3.

Kontrollversuch an *Primula acaulis*, den 17. April 1/212—2 Uhr. Zweck des Versuches: Wirkung des Duftes und

[1] Die psychischen Fähigkeiten etc.

der Farbe. Besuchende Insekten: *Apis mellifica*, *Bombus terrestris*, *Rhodocera rhamni*, *Vanessa jo*, *Vanessa urticae*, *Musca domestica*. Ein Meter von dem Primelbeete wurden parallel zu den Blumenreihen vier Gläser aufgestellt: das erste Glas enthielt Honig, das zweite frische Primeln, das dritte und vierte Glas desgleichen: die Gläser waren diesmal mit erdfarbigem Papier umhüllt. Drei Meter vom Beete entfernt standen eine künstliche Primel und ein umgestülptes Becherglas, auf einer Glasplatte mit roten Primeln gefüllt. In anderthalb Stunden flog nur eine Fliege in eines der mit Papier umhüllten Gläser.

	Künstliche Blume	Becherglas	Vier Duftgläser
Apis	15	9	0
Anthophora	9	2	0
Bombus	1	0	0
Musca	8	6	1
Andere Musciden	5	0	0

Verhältnis von Farbe zu Duft = 55 : 1.

Über das Verhalten der Insekten ist zu bemerken, daß *Anthophora* nie direkt an das Glas flog wie *Apis mellifica*, sondern nur unmittelbar daran — etwas hoch — und dann gleich wieder weg. Honigbienen, fünf an der Zahl, flogen gleichsam, als ob sie heruntergefallen wären, auf die künstlichen Blumen, die sie als Ziel schon von weitem ins Auge gefaßt haben mußten.

An demselben Beete wurde ein Kontrollversuch angestellt. Er dauerte eine Stunde. Die künstliche Primel wurde 5 Meter weit vom Beete entfernt. Die Wirkung war folgende: Daran flogen 8 *Anthophora*, 4 *Apis* und 1 *Bombus*. An die Duftgläser flog kein Insekt heran. Verhältnis 13 : 0.

Experiment am 18. April von ½1—2 Uhr. Es war ein windstiller, warmer Tag. Diesmal wurde anstelle der künstlichen *Primula* eine künstliche, aus demselben Stoffe gemachte, gleichfarbige *Paeonia* genommen. Es sollte festgestellt werden, ob die verschiedene Gestalt eine verschiedene Wirkung ausübe. Das Artefakt war sieben Meter vom Beete entfernt. Ein Meter vom Beete weit standen vier Gläser; das eine war gefüllt mit gutem Honig, die anderen drei waren schwach parfümiert mit künstlichem Jasmin-, Reseda- und Jononduft.

	Künstliche Blume	Vier Duftgläser
Apis	7	0
Musca	9	0
Meligethes	25	0

Verhältnis von Farbe zu Duft = 41 : 0.

Die *Meligethes* flogen von der entgegengesetzten Seite des Beetes auf die künstliche *Paeonia*. Da Plateau einwerfen könnte, die *Meligethes* möchten in größeren Entfernungen von dem Dufte angezogen worden sein, nahm ich das Artefakt und stellte es mitten auf eine Wiese des Botanischen Gartens; es wurde wieder beflogen, und zwar zählte ich diesmal 50 kleine Käfer-

chen derselben Art. Um dieselbe Zeit aber blühte *Brassica napus* auf den Feldern, welche *Crucifere* durch ihre lebhaft gelbe Farbe schon von weitem in die Augen fällt. Diese war in jenen Tagen ganz voll von *Meligethes aeneus*. Die künstliche Blume hatte aber mit dem Raps nur die gelbe Farbe gemeinsam, folglich konnte nur diese eine anziehende Wirkung auf die *Meligethes* ausgeübt haben, wenn man annimmt, daß Blumen eine anziehende Wirkung überhaupt auf Insekten ausüben, und dies wird wohl niemand bestreiten.

Experiment am 23. April. Zeit 9—12. Zwölf Meter von einem *Doronicum caucasicum*-Busche, einer Komposite mit gelben Blumen, wurde ein künstliches Blumenbeet angelegt in Form eines Quadrats. An einer Stelle steckte ich die uns schon vorgeführte künstliche *Paeonia* hin, ein Meter davon entfernt ein ebenso großes orangerotes *Papaver*, dann senkrecht dazu ein dunkelrotes *Papaver* und an der vierten Ecke wurde die uns bekannte *Primula* aufgesteckt. Der *Doronicum*-Busch war von verschiedenen Insekten lebhaft besucht. Der Wind strich von dem Blumenquadrat zu der Komposite hin. Der Versuch sollte zeigen, ob eine größere Augenfälligkeit auch eine größere Wirkung in der Anziehung zum Ausdruck bringe. In der Mitte des Quadrats waren zum Überflusse noch künstliche Kornblumen und Schneeglöckchen aufgesteckt. Das Resultat war folgendes in einer Stunde:

	Zentrum.	Gelbe *Päonia.*	Orangeroter *Papaver.*	Dunkelroter *Papaver.*	*Primula.*
Apis mel.	4	13	4	1	0
Coccinella	1	0	0	0	0
Musca	1	1	0	1	1
Anthrena?	1	5	2	1	0
Meligethes	0	12	0	0	0
Anthophora (?)	0	0	1	0	0
Bombus	0	0	1	0	0
Eristalis tenax	0	0	1	0	0
	7	31	9	3	1

51 Insekten flogen an die künstlichen Blumen.

In der zweiten Stunde wurde je ein Glas mit fein parfümiertem Honig unter die künstlichen Blumen gesetzt. Die Zahl der besuchenden Insekten war annähernd gleich, nämlich 52. Das Verhalten der Tiere war jedoch ein etwas auffälligeres. So setzte sich *Eristalis tenax* auf eine gelbe künstliche *Paeonia*, flog fort, schien etwas zu wittern, flog wieder hin, um sich dann zu entfernen. Ein zweiter *Eristalis* benahm sich ähnlich.

Experiment am 24. April von 9—12. Ein umgestülptes großes Becherglas wurde mit frischen Blumen von *Primula officinalis* gefüllt, ungefähr zweihundert an der Zahl, sodaß sie deutlich sichtbar waren. Sodann wurde eine Glasglocke mit zweihundert bis dreihundert schön duftenden Blumen derselben

Pflanze gefüllt; diese hing ich an einem Querbalken auf, welcher an einem in der Erde steckenden Stocke befestigt war. Wenn nun, dachte ich, nach Plateau die Insekten wirklich durch den Duft allein zu den Blumen hingeführt werden, so müssen dieselben unter der Glasglocke hineingehen, welche ich mit erdfarbigem Papier umhüllt hatte, und zwar müssen sie den Weg um so leichter finden, als sie die Blume gerade an diesem Tage besuchten, und zweitens um so leichter, weil ihnen der Duft durch die gehäufte Zahl der Primeln, durch die hängende Lage der Glocke und durch die bewegte Luft ohne weiteres zugeführt wurde. Statt dessen war das Resultat ein geradezu entgegengesetztes.

	Wirkung der Farbe.	Wirkung des Duftes.
Apis	17	0
Anthrena	4	3
Eristalis	5	0
Musca	4	0
Syrphus	2	0
Bombus	3	0
	35	3

Wirkung der Farbe zum Dufte wie 35 : 3.

Dieser Versuch ergab das Gegenteil der Behauptung Plateaus. Nur das Verhalten der *Anthrena* schien mir ein abweichendes von den übrigen: denn sie flog direkt unter die Glasglocke oder in die Nähe und ging dann zu den Farben.

Diese Beobachtungen im Monate April bestätigten nicht nur, daß die verschiedenen Insekten die künstlichen Blumen aufsuchen, sondern sie zeigten aufs deutlichste, daß sie an jenes spezifische Attribut der Blumen gehen, welches uns als Farbe zum Bewußtsein kommt.

d) Die Beobachtungen im Monate Mai und Juni im Botanischen Garten zu Jena.

Das erste Experiment wurde erst wieder am 28. Mai unternommen; des unbeständigen und schlechten Wetters wegen hatten die Untersuchungen nicht fortgesetzt werden können. Als Versuchsobjekte wurden zwei *Paeonien* gewählt, eine war noch in Knospen, die andere begann zu blühen und wurde emsig von den Insekten abgesucht. Die meisten Insekten flogen senkrecht zur Windrichtung. Sämtliche Blüten der *Paeonia officinalis* wurden mit erdfarbigem Seidenpapier bedeckt, von welchem ich erfahren hatte, daß es nicht auf die Insekten wirkt. Im Zentrum wurde eine künstliche *Paeonia* aufgestellt, die gleich der natürlichen dunkelrot gefärbt war.

Der Duft drang merklich durch das Seidenpapier hindurch, dennoch ließ der Besuch der Insekten deutlich nach. Dagegen wurde der andere noch in den Knospen befindliche Busch von *Apis mellifica* besucht. Die Knospen aber rochen nicht, das wurde in der Weise erprobt, wie Plateau es anempfohlen hatte:

die Knospen wurden nämlich in ein Glas getan, dieses mit einem Glasdeckel verschlossen und nach einiger Zeit der Inhalt auf seinen Duft geprüft. Er hatte nicht den *Paeonia*-Geruch. Die künstliche *Paeonia* wurde gleichfalls von *Apis mellifica* beflogen, und von da aus gingen sie dann auch an die umhüllten *Paeonien* und machten hie und da den Versuch, in das Seidenpapier einzudringen.

Da durch dieses Experiment, obgleich es für die Farbe einen größeren Ausschlag gab, noch nichts entschieden werden konnte, so wurde es am nächsten Tage, am 29. Mai, auf andere Weise wiederholt. Ich nahm diesmal anstelle der Glasglocke Trichter, weil sie ein größeres Volumen hatten als jene; stellte fünf dieser Trichter an Querbalken auf, die an Stöcken befestigt waren, füllte sie mit schön duftenden *Paeonien* und umgab sie mit erdfarbigem Papier. Diese Trichter wurden aber erst auf Glasplatten gestellt, damit sich der Duft im Innern ansammeln konnte. Sodann wurde eine sehr große Glasglocke genommen, einen halben Meter lang und zwei bis drei Dezimeter breit, und in diese werden vier bis fünf *Paeonia officinalis*-Blüten gelegt, sodaß sie unmittelbar an der Wand des Glases lagen. Der Rand der Glasglocke war unten geschliffen; ich befeuchtete denselben und stellte sie auf eine benetzte Glasplatte; nun fand Adhäsion der beiden Gläser statt, und es war ausgeschlossen, daß irgendwie Duft entweichen konnte. Die Trichter standen über dem Busche, der keine Blüten mehr hatte; die die farbigen Blumen enthaltende Glasglocke war ein Meter davon entfernt. Der Tag war windstill, und es regte sich kein Lüftchen. Was für ein Resultat ergab das Experiment?

	Wirkung des Duftes.	Wirkung der Farbe.
Anthrena albicans	3	4
Musca	1	3
Vespa	1	1
Nomada	2	0
Apis	0	30
Pieris	0	1
Anthrena parvula	1	1
	8	40

Verhältnis von Duft zu Farbe wie 8 : 40.

Dieser Versuch ergab wieder eine überwiegende Anziehung zugunsten der Farben.

Experiment Sonntag, den 31. Mai, in den Vormittagsstunden. Fünfzehn Meter vom *Paeonia*-Busche entfernt wurde dieselbe Glasglocke in derselben Weise auf die Wiese hingestellt; ein Meter davon wurde eine andere kleinere Glasglocke gebracht, um die Wirkung des Glanzes zu erproben. In der größeren fanden sich wieder *Paeonia*-Blüten vor. Die Farben wurden von 4 *Apis*, 1 *Eristalis* beflogen. Viele andere Insekten schossen unmittelbar vorbei, aber nur an dem Glase, wo die *Paeonia* waren.

Versuch am 2. Juni, vormittags 9—12 Uhr. Diesmal wurden zwei künstliche Blumen aus hellgelbem und rosarotem Seidenpapier angefertigt; sie wurden auf zwei Meter hohen Stangen angebracht und unterhalb mit derbem, dunkelgrünem Laubwerk umgeben, sodaß die Farben schön kontrastierten. Die Insekten, welche pfeilschnell daran vorbeiflogen, wurden nicht gezählt.

	Wirkung des Gelb.	Wirkung des Rosarot.
Pieris brassicae	5	9
Apis	6	3
Bombus	1	2
Coccinella	2	1
Hymenopteren	3	1
	17	16

Farbe wurde beflogen von 33 Individuen in der Zeit von zwei Stunden.

In der dritten Stunde wurden zwanzig Blütenstände von *Polygonum bistorta* in die Papierblumen versteckt; nur die Insekten sollten gezählt werden, die direkt hineinflogen, — es war nur eine *Polygonum*-Diptere, die hineinflog, *Syritta pipiens* und eine *Anthrena albicans*. Der Gegenstand war so aufgestellt, daß der Wind vom Gegenstande zum Busch hinwehte. An die Farben flogen viele Insekten, hinein in die Artefacte nicht; wenn sie jedoch in die Duftsphäre gelangten, benahmen sie sich auffällig.

Experiment am 3. Juni um dieselbe Zeit wie am vorhergehenden Tage. Diesmal wurden abermals eine gelbe, eine purpurrote und eine dunkelgelbe künstliche Stoffblume auf die zwei Meter hohen Stangen gesteckt.

	Wirkung des Gelb.	Wirkung des Rot.
Apis	8	3
Pieris	5	4
Unbekannte	3	0
Anthrena alb.	4	1
Syritta pipiens	1	0
Vanessa	0	1
	21	9

30 in drei Stunden.

Das nächste Experiment wurde an *Papaver orientale* vorgenommen am 4. Juni von 9—12 Uhr. Der Busch begann soeben zu blühen; doch nur vier Blüten waren in der vollsten Entfaltung; er war der einzig blühende im Botanischen Garten, und höchst wahrscheinlich fanden sich in ganz Jena keine weiteren blühenden Pflanzen dieser Art vor, da das Beet durch die Gewächshäuser nach der Südseite und durch eine Mauer nach der Westseite sich in geschützter Lage befand. Zudem hatte das Beet den größten Teil des Tages Sonne.

Die Pflanze war lebhaft besucht von *Osmia rufa*, *Apis mellifica*, *Halictus sexnotatus*, *Anthrena fulvicrus*, also von lauter

Hymenopteren, die es für den heutigen Tag offenbar auf den Pollen abgesehen hatten[1]).

Drei von den grellgefärbten Blüten wurden nun abgeschnitten in einen Trichter gesetzt, welcher verdeckelt war und dessen verlängertes Ende in ein Gefäß tauchte, das mit Wasser gefüllt war, um die Pflanzen turgeszierend zu erhalten. Vor dem Busche, unmittelbar vor der natürlichen, an der Pflanze stehenden Blüte, wurde eine große, auffällige, aus Stoff angefertigte, ähnlich gefärbte Mohnblume aufgepflanzt, um zu erproben, welche von diesen beiden Blumen am meisten beflogen werde, ob der Duft und die Farbe der natürlichen Blume oder die größere Augenfälligkeit der künstlichen Blume die größere Anziehungskraft ausübe. Das Ergebnis war wider alle Erwartung überraschend und für die große Attraktion der Farbe in höchstem Grade beweisend. — Der Trichter hatte keinen Deckel mehr, sobald angefangen worden war, die das Versuchsobjekt umfliegenden Apiden zu zählen. Der Duft konnte also den Blumen entströmen, und nach der Meinung derjenigen, welche dem Dufte allein eine Anziehungskraft beimessen, hätten die Insekten dorthin fliegen müssen, wo der meiste Duft war. Dies war aber nicht der Fall, sondern es wurde nur die Blume am Busche und die künstliche Blume besucht, und zwar diese letztere ihrer lebhaften Färbung und Größe wegen, weit mehr als die natürliche *Papaver*-Blüte. Dabei wurden nur die Insekten gezählt, welche die künstliche Blume direct beflogen.

	Künstlicher *Papaver*	Natürlicher *Papaver*	Duft
Osmia rufa	40	20	0
Apis mellifica	35	25	0
Halictus sexnotatus	2	5	0
Anthrena	4	6	0
	81	56	

Verhältnis der Anziehung von Farbe zu Duft wie 137 : 0.

Zu diesem Experimente muß noch hervorgehoben werden, daß die Bienen den Duft des *Papaver orientale* unmöglich gerochen haben konnten, und zwar deswegen, weil sie mit dem Winde[2]) nach den Blumen flogen. Über das Verhalten der Bienen ist folgendes zu bemerken: Zehn Osmien und Apis flogen unmittelbar vor die künstliche Blume, und zwar in direktem Fluge, als sie aber merkten, daß hier nichts zu finden war, flogen sie etwa nicht zu der natürlichen Blume, welche unmittelbar hinter dem Artefacte stand, wie es wohl zu erwarten gewesen wäre, sondern sie flogen ebenso schleunigst, wie sie gekommen waren, zurück, gleichsam entrüstet, bei dem Artefacte keinen Pollen gefunden zu haben. Was für die Anziehungskraft der Korolle noch weiter spricht, ist, daß die Bienen meistens von der beleuch-

[1]) Friese teilte mir mit, daß *Papaver orientale* nur ausnahmsweise so stark besucht wird, und daß dieser ausnahmsweise starke Insektenbesuch wohl auf das damals herrschende trockene und warme Wetter zurückzuführen sein mochte.

[2]) Gewöhnlich fliegen sie senkrecht zur Windrichtung.

teten Seite anflogen, also von der Seite, gegen welche die Blüten infolge des Heliotropismus sich hinwenden.

Bei dem Kontrollversuche wurde auch noch die letzte Blume entfernt, in den Trichter getan und dieser, mit Papier umhüllt, fünf Meter vor die künstliche Blume gestellt. Der Wind strich vom Trichter zur künstlichen Blume hin; dennoch nahmen die Hymenopteren durchaus keine Notiz von dem Inhalte des Trichters, sondern beflogen die künstliche Blume doch weiter.

	Trichter mit *Papaver*.	Künstliche Blume.
Apis mellifica	0	10
Osmia rufa	0	25
Halictus sexnotatus	0	7
Anthrena fulvicrus	0	1
	0	43

Verhältnis von Farbe zu Duft: 43 : 0.

Schwefeläther goß ich von Zeit zu Zeit aus; die Bienen blieben gleichgültig dagegen.

Nach diesem Versuche mußte ich nun notwendig schließen, daß der Duft auf die Insekten eine äußerst geringe Wirkung ausgeübt hat oder in diesem Falle sogar keine, sondern daß der Farbe allein die Attraktion zugeschrieben werden muß; denn die künstliche Blume konnte weder, was den Duft noch den Glanz anbelangt, mit der natürlichen Blume konkurrieren. Das einzig Gemeinsame war nur die Farbe, und zwar nur diese allein, weil auch das Ortsgedächtnis bei diesem ersten Besuch des *Papaver* durch die Bienen noch nicht in Funktion treten konnte.

Es ist nun für unsere Frage von dem allergrößten Interesse, daß Felix Plateau ungefähr um dieselbe Zeit an derselben *Papaver*-Spezies ähnliche Versuche angestellt hat, die er in seiner Schrift des Jahres 1902 wiedergibt: Les Pavots décorollés et les insectes visiteurs. Diese Arbeit verdankt offenbar ihre Entstehung den Beobachtungen Giltays, Professor zu Wageningen in Holland, welcher diese Beobachtungen an *Papaver Rhoeas* gemacht hat, um festzustellen, ob die Blumen mit beblätterten oder mit entblätterten Korollen mehr Samen erzeugen. Er kam zu dem Resultat, daß die mit der Korolle ausgestatteten Blüten mehr befruchtet wurden, als die der Petalen benommenen, und motiviert diese Erfahrung damit, daß er auf den vollständigen Blüten 24 Honigbienen, 8 Hummeln, während er auf den entblätterten nur 6 Honigbienen, 4 Hummeln, 1 Schmetterling beobachtet habe.

Plateau sieht nun in dieser Beobachtung einen Widerspruch gegen seine frühere Erfahrung, daß nämlich die Korolle eine äußerst minimale Rolle spiele bei der Anziehung, und sieht sich daher veranlaßt, diese Beobachtung Giltays durch lang ausgedehnte Versuche zu widerlegen. Er stellt zwar die Tatsache nicht in Abrede, daß die mit Kronblättern versehenen Blumen mehr Samen erzeugen, als die ohne Korolle, erklärt dies aber nicht aus der größeren, durch die lebhaftere Färbung bedingten Besuchszahl, sondern auf folgende Weise (ich gebe dabei seine eigenen Worte wieder). „Le résultat (toujours pour le *Papaver*

orientale) tient à la façon différente de se comporter des Insectes visiteurs vis-à-vis des deux catégories de fleurs. Recherchant exclusivement le pollen, ils se suspendent aux étamines des fleurs décorollées qu'ils entraînent par leur poids, plus bas que l'ovaire et ne déterminent ainsi aucune projection ni du pollen de la fleur, ni de pollen étranger sur les stigmates. — Dans une fleur intacte au contraire ils s'insinuent entre le fond de la corolle qui leur sert ici de support et la couronne d'étamines qu'ils secouent vivement par leurs mouvements. Ils piétinent aussi de temps en temps sur le disque stigmatique. Dans ces conditions, la fleur décorollée en est réduite á l'autofécondation, peu efficace due à la chute de son propre pollen lors de l'épanouissement, tandis que la fleur normale bénéficie très probablement de la fécondation croisée."

Und daher, schließt er, kann die der Korolle benommene Blume trotz der größeren Anzahl der Insekten, welche sie besuchen, nicht soviel Samen erzeugen, wie diejenige, welche noch die Blumenblätter besitzt. Dessenungeachtet aber ist Plateau längst nicht mehr so abgeneigt, die attraktive Wirkung der Farbe so gänzlich zu verkennen, wie er es in seinen früheren Schriften getan hat. Dies beweist folgende Versuchsreihe.

		Sur les 30 fleurs décorollées.	Dans les 70 fleurs normales.
		Nombre de visites	Nombre de visites
	Apis mellifica	97	121
	Megachile centuncularis	1	1
Hyménoptères	*Osmia aurentula*	0	1
	Halictus sexnotatus	19	18
	Oxybelus uniglumis	14	29
	Petit. Hyménoptères ind.	0	1
Diptères	*Melanostoma mellina*	4	0
	Syrphus corrolae	1	0
Coléoptères	*Thelephorus liridus*	1	1
		Total 137	Total 172

Man sieht also, daß die Färbung der Korolle dennoch eine große Attraktion ausgeübt hat, und selbst, wenn Plateau einräumt: „Les fleurs normales étaient plus de deux fois plus nombreuses que les fleurs décorollées," so ändert das nichts am wirklichen Sachverhalte.

Und um diese Reflexionen abzuschließen, die alle für unsere Behauptung ein Zeugnis ablegen, muß noch hervorgehoben werden, daß es, wie Plateau ja auch wohl weiß, nicht der Nektar sein konnte, welcher die Hymenopteren angezogen hat. Der Blütenduft ist es aber nach unseren oben angeführten Betrachtungen und dargelegten Beobachtungen auch nicht gewesen, folglich müssen wir der Farbe die Anziehung zuschreiben, wie das Experiment mit der künstlichen Blume uns deutlich vor Augen geführt hat. Es frägt sich zu guterletzt nur noch: „Wie kommt es denn aber, daß die des Perianths entblößten inneren Wirtel relativ dennoch mehr Besuch erhalten

haben als diejenigen mit vollständiger Blume?" Der Grund hierfür konnte auch hier weder im Nektar, noch im Dufte gelegen, sondern es konnte nur der Gesichtssinn die Bienen dorthin geführt haben.

Und zwar lege ich dies in folgender Weise aus, wobei ich aber nur die Gattungen *Osmia* und *Apis* vor Augen habe. Diesen hochentwickelten Hymenopteren fiel die Farbe des *Papaver* schon von weitem in die Augen, in der Nähe wurden sie dann durch die Gestalt des Androeceums und des Gynoeceums angelockt und besuchten diese dann eben darum so zahlreich, weil sie ihnen zugänglicher waren, als die mit der Korolle bekleideten Staubblatt- und Fruchtblattwirtel. Belege für diese Deutung sind erstens meine Experimente und zweitens das Gebahren der Insekten.

Sämtliche Experimente, die ich bis jetzt wiedergegeben habe, wurden an Blumen ausgeführt, welche eine lebhafte Färbung aufzuweisen haben. Die nächsten Zeilen werden zeigen, daß die Insekten auch an Blumen mit schwach gefärbter Korolle gehen.

Experiment mit *Knautia*, 9—11 1/3. Ich nahm einen Trichter, umhüllte ihn mit erdfarbigem Papier und stellte diesen in einen *Knautia*-Busch, nachdem er mit Blüten dieser *Dipsacacace* gefüllt war. Eine Öffnung ließ aus dem Behälter den Duft ungehindert ausströmen. Hierauf nahm ich eine Glasglocke, welche ich vorher mit Glyzerin ausgespült hatte, um ein Beschlagen des Glases zu verhüten; diese Glocke wurde auf einen hölzernen Tisch gestellt, wo sie in gleicher Höhe wie der Busch stand, und zwar ein Meter von dem Busche entfernt.

	Dufttrichter.	Glasglocke.
Apis		18 wahrgenommen
Osmia		6 "
Apis		3 "

Die Farben wurden wahrgenommen, aber nicht in dem Maße, wie die lebhaft gefärbten Blumen.

Das nächste Experiment stellte ich am 8. Juni von 10 bis 12 Uhr mit den Blüten der *Cucurbitacee Bryonia dioica* an, da ich keine blühende *Ampelopsis quinquefolia* zur Verfügung hatte. Aber diese übertrifft jene nicht an Intensität der Färbung. Es war zu bemerken, daß die beleuchtete Seite lebhaft von Honigbienen beflogen wurde, während auf der Schattenseite fast gar keine Bienen waren. Ich stellte ein großes Gefäß mit Wasser, das die darin befindlichen *Bryonien* in Turgeszenz erhalten sollte, wieder auf den Tisch; doch der Duft der *Bryonia* zog keine *Apis mellifica* in das Gefäß.

Am nächsten Tage wurde der Tisch auf die beleuchtete Seite hingestellt. In der Zeit von 9—12 Uhr flogen nur 5 *Apis* an dieses Gefäß und eine einzige hinein. Auch dieser Versuch zeigt, daß die matten Farben immerhin wahrgenommen werden. Den folgenden Tag bestrich ich die *Bryonia*-Blüten mit Honig, wenigstens einen großen Teil derselben; doch *Apis mellifica* schien sich wenig darum zu kümmern. Als ich jedoch einem

Individuum etwas Honig auf die Zunge strich, nahm es hiervon gleich Notiz und sog sich voll an einer der Blüten, die bestrichen worden waren. Ich schmierte nun dieser Honigbiene ein Tröpfchen auf den dorsalen Teil des Thorax und klebte eine kleine Faser Papier darauf, da ich das weitere Verhalten dieses Individuums beobachten wollte. Nachdem sie die mit Honig versehene Blüte ganz rein geleckt hatte, flog sie nicht etwa zu den anderen mit Honig betupften Blüten, wie es etwa zu erwarten gewesen wäre, sondern sie begann die Flügel in Bewegung zu setzen, flog dann plötzlich auf, machte eine kurze Front vor dem *Bryonia*-Busche, gleichsam, um sich zu orientieren, und flog direkt fort, wobei ich sie noch eine Zeitlang mit dem Auge verfolgen konnte. Ich wartete nun, um zu sehen, ob sie wiederkehren würde, und richtig, sie flog wieder herbei und ging nicht etwa an die unbetupften, sondern an die betupften *Bryonia*-Blüten, während für die anderen Honigbienen nur der frische Nektar vorhanden war. Dieser Versuch lehrte mich, daß der Honigduft nicht immer diese große attraktive Wirkung hat, wie angenommen wird, sondern ich glaube, daß der Honig mehr auf den Geschmacksinn von Einfluß ist. Auch die vorausgegangenen Beobachtungen und später angestellte Experimente haben diese Ansicht bestätigt.

Dessenungeachtet ist es eine Tatsache, daß gerade die Blumen mit matter Farbe sehr viel Nektar besitzen und daß sie daher von den Bienen am eifrigsten aufgesucht werden, wohl kaum deswegen, weil diese sie von Entfernungen in die Nähe heranzieht, als vielleicht darum, weil diese in gleich großer Zahl und dabei an exponierten Stellen auftreten und ferner noch die Eigenschaft haben, die sie besuchenden Insekten zu fesseln. Der Nektar hat also nach unseren Versuchsergebnissen eher eine fesselnde Eigenschaft, weniger eine attraktive, während die Farbe nach den Experimenten und, wie es Sprengel und Darwin divinatorisch voraussagten, dennoch am besten als Anlockung auf weitere Strecken, wenigstens für einen Teil der Insekten, angesehen werden muß.

Der letzte Versuch mit mattfarbigen Blumen wurde an einem *Centaurea*-Busch, der rosarote Blüten hatte und lebhaft von Bienen besucht wurde, vorgenommen. Diese Farbe hatte ich deshalb gewählt, weil sie nicht nur nach meinen Erfahrungen, sondern auch nach den zahlreichen Beobachtungen Hermann Müllers als die Lieblingsfarbe hauptsächlich der *Apis mellifica* erkannt worden war. Ich entfernte alle Blütenköpfe vom Busche und legte sie in ein Gefäß, in dem etwas Wasser sich befand, und das mit grauem Papier umhüllt war. Sodann setzte ich den Topf in den Busch und blieb eine Stunde bei ihm stehen. *Apis mellifica*, welche durch meine Bewegung verscheucht worden war, flog wieder heran, aber nicht in den Topf hinein, sondern, geleitet durch ihr Ortsgedächtnis, an den Stock, an welchem die Blüten gestanden hatten. Sie begann aber bald die andern Kompositen, welche in der Nähe standen, abzusuchen,

Als ich nun den Topf auf den Tisch gestellt und die dunkle Umhüllung entfernt hatte, flogen fünfzehn Honigbienen an das die Köpfe enthaltende Glas heran, keine einzige ging hinein. Der Tisch mit dem Gefäße wurde nun zehn Meter von der Stelle der *Centaurea* entfernt. Während einer halben Stunde flogen zehn bis zwanzig Insekten daran, worunter die Honigbienen am meisten vertreten waren. — Auch ein Marienkäfer flog daran.

II. Experimente an Blumen mit matten Farben und starkem Dufte.

Nach diesen Versuchen an matten Blumen mit Nektar und ohne Duft muß sich in folgendem nun das Interesse den Blüten mit matten Farben und starkem Dufte zuwenden. Ich ziehe dabei Pflanzen wie *Reseda*, *Dahlia* etc. in Betracht.

Erstes Experiment mit einem seidenen Gazenetz. Am 22. Juni vormittags von 9—12 Uhr. Im Garten blühte an den Rändern verschiedener Beete *Reseda luteola*, welche eifrig von *Apis*, *Prosopis*, der *Urbiene*, und von *Anthrena* besucht wurden. Ich pflückte nun die meisten dieser *Reseden*, steckte sie in ein Gazenetz von dunkelbrauner Färbung und hing dieses an einer Stange mit Querast auf, sodaß die Luft nach allen Seiten hin durchziehen konnte. Welches war der Erfolg? Ungefähr 50—60 *Prosopis* und *Anthrena* flogen an das *Reseda*-Netz, während keine einzige *Apis mellifica* daran ging, sondern diese besuchte die blühenden *Reseda*-Stöcke, welche im Garten umherstanden, ruhig weiter. Sie flog oft am Netze vorbei oder unter demselben hinweg, ohne sich darum zu kümmern. Ich stellte nun ein grünes Schmetterlingsnetz neben das Gazenetz hin und zwar einen halben Meter davon entfernt. — Es wurde auch wahrgenommen, aber nur von den Tieren, welche sich bei dem *Reseda*-Netz befanden. Bei großer Entfernung gingen weder *Prosopis* noch *Anthrena* mehr daran.

Unter das mit *Reseda* gefüllte Netz wurden hierauf zwei Gläser gestellt, welche Blumen derselben Spezies enthielten. Das eine von diesen war umgestülpt. Die *Prosopis* und *Anthrena* flogen nicht daran, sondern nur an das, welches eine Öffnung hatte. Das Verhalten war also bei diesen niederen Bienen ein umgekehrtes, wie das bei den früher beobachteten.

Am 23. Juni wurde derselbe Versuch mit annähernd gleichem Ergebnisse wiederholt, Da inzwischen Regenwetter eingetreten war, so konnten die Untersuchungen erst wieder am 30. Juni fortgesetzt werden. Auf Anraten Dr. Buttels v. Reepen, eines der besten Kenner der Honigbiene, stellte ich künstliche *Paeonia*- und *Primula*-Blumen auf eine Wiese des Botanischen Gartens, um zu beobachten, ob dieselben direkt beflogen würden. In Zeit von anderthalb Stunden flogen ein *Bombus lapidarius* und eine *Apis mellifica* an die künstliche *Primula* und acht *Apis* an die auffälligere künstliche *Paeonia*, und zwar direkt heran.

Als nun wieder das mit *Reseda* gefüllte Gazenetz hingestellt wurde, flogen die *Prosopis* wieder an dasselbe heran, während *Apis* sich nicht um dasselbe kümmerte.

So scheint für die Hauptbefruchterin der Blumen, die Honigbiene, gerade das Gegenteil von dem erwiesen, was Plateau annimmt; nicht allein durch den Duft, sondern hauptsächlich durch die Farben wird dieselbe zu den Blumen geführt. Daß die Honigbiene nur wenig auf den Duft reagiert, ist schon von anderen aufs deutlichste ausgesprochen worden. So sagt der geistreiche Entomologe Forel in seiner Schrift über die psychischen Fähigkeiten der Ameisen und einiger anderer Insekten über die Honigbiene aus: „Sie hat ein schlechtes Geruchsvermögen, das nur in nächster Nähe ein Wittern ermöglicht.“ Wie ich schon betont habe, schreiben auch Lemmermann und Focke den Hymenopteren einen mäßigen Geruchsinn zu, indem er für diese nur ausnahmsweise als wesentliches Hülfsmittel zur Auffindung honigführender Blumen diene. Das trifft nun für *Apis*, *Osmia* und *Bombus* wohl zu; nicht aber, wie wir gesehen haben, für die niederen Hymenopteren.

III. Versuche mit einem Farbenkasten.

Es wurde ein Kasten von Würfelgestalt angefertigt, dessen Seiten mit verschieden gefärbten Stoffen bekleidet waren. Die untere Fläche wurde in ihrer Mitte auf einer Stange, an den seitlichen Flächen wurden vier große Öffnungen angebracht, durch welche die Luft ungehindert hindurchziehen konnte. In das Innere des Kastens wurden Blumen hineingelegt. Der Zweck der Einrichtung war, die Wirkung des Duftes und der Farbe zu gleicher Zeit zu erproben. Der Kasten hatte noch den großen Vorteil, daß die Insekten, welche hineingeflogen waren, abgezählt werden konnten, weil sie in ihrer Tendenz, aufwärts zu fliegen, höchst selten die untere Öffnung gewahr wurden.

Erstes Experiment am 1. Juni von 10—12 Uhr.

Die Linden vor dem Botanischen Garten wurden gerade lebhaft von der Honigbiene besucht. Ein Zweig, der in voller Blüte stand, wurde abgeschnitten und im Botanischen Garten aufgestellt. Dieser wurde beobachtet, um zu sehen, wie die Apis mellifica daranfliegt. Ein direktes Befliegen wurde nicht wahrgenommen, wie etwa bei einer farbigen Blume, sondern die Honigbienen, welche zufällig den Zweig streiften, oder in der Wiese nach etwas suchten, wurden von dem Dufte zunächst der Lindenblüte gefesselt und begannen die einzelnen Blüten abzusuchen. Diese Beobachtung dauerte eine Stunde lang. In der zweiten Stunde wurde die Probe mit dem Farbenkasten gemacht. Darin befanden sich Lindenblüten. Wie benahmen sich die Insekten? Etwa 10—20 Apis flogen an die Farben, vorzugsweise an die beleuchtete Seite. Zwei *Bombus* flogen an blau. Drei *Eristalis* erst an die Farben; dann hinein. *Prosopis* sah ich nur hineinfliegen, ungefähr 20 wurden gezählt. Bei diesem schönen Versuche war mein verehrter Lehrer Stahl zugegen. Das Experiment beweist, wie verschieden die verschiedenen Insekten auf Duft und Farbe reagieren, und wie gerade in der biolo-

gischen Forschung nichts weniger als eine Verallgemeinerung zulässig ist.

Die Versuche am 2. und 3. Juli bewiesen, daß das Verhalten der Insekten gegen den Farbenkasten, in welchem sich das einemal *Polygonum Fagopyrum* befand, ein ähnliches war. *Apis mellifica* flog wieder an die Farben, *Prosopis* hinein. Das andremal fand sich in dem Kasten nichts vor; *Prosopis* blieb weg, und *Apis* flog an die Farben.

Das Experiment an *Salvia horminum*, den 18. Juli vormittags von 9—12 Uhr. Das Exemplar war eine Varietät, die dunkelgefärbte Brakteen aufzuweisen hatte. Die Besucher waren *Anthrena parvula*, *Anthidium manicatum*, *Bombus terrestris* und *Apis mellifica*. Sämtliche Fahnen wurden abgeschnitten und auf den Tisch gestellt, an ihre Stelle band ich dafür künstliche Kornblumen.

	Gefärbte Brakteen	Kornblumen
Apis	12	9
Anthrena	5	0
Bombus	2	0
Anthidium	1	0
	20	9

Alle blütentragenden Zweige wurden entfernt — in Gazesäcke gepackt. Einer dieser Säcke wurde mitten in den Busch hineingestellt und ein anderer an einer Stange mit Querbalken aufgehängt und an einer anderen Stelle auf einer Wiese des Botanischen Gartens aufgestellt. Mein Studiengenosse Alfred Stier war so freundlich, zu beobachten, ob unterdessen irgend welche der vier aufgezählten Hymenopteren daranflogen. Doch weder Stier noch ich konnten an diesen Säcken, die nur durch den Duft sich den Insekten kenntlich machen sollten, auch nur die geringste Anziehungskraft konstatieren. Ich hoffte, daß sich die *Anthrena parvula* anlocken ließe, doch sie blieb aus. Ganz offenbar jedoch war die Wirkungskraft der Farbe, und nach diesem Experimente mußte ich schließen, daß diese bei weitem mehr angezogen hat als der Duft.

Damit aber behaupte ich nicht, daß die Farbe im allgemeinen eine größere Anziehungskraft besäße, sondern jeder Faktor hat in seiner Sphäre und für bestimmte Insekten die größere Anziehungskraft. So würden z. B., wenn nach der Annahme der meisten Forscher der Duft in Entfernungen auf das Geruchsorgan der Insekten wirkt und die Farbe in der Nähe, diese beiden Anziehungsmittel jeweilen in ihrer Sphäre die größere Attraktion aufzuweisen haben.

V. Beobachtungen in den Monaten August und September am Comersee.

Das nächste Experiment wurde an *Dahlia variabilis* angestellt, und zwar in Cadenabbia am Comersee im Garten meines Vaters. In demselben standen gefüllte und ungefüllte Formen

der *Dahlia*. Diese letzteren, obgleich sie weniger zahlreich und auffällig waren als jene, erhielten lebhaften Besuch von *Apis mellifica*, *Megachile centuncularis*, einer bauchsammelnden Biene und einem *Panurgus*, der wahrscheinlich zu der Art *dentipes* gehörte. Die Zeit der Beobachtung erstreckte sich von 9—11 Uhr vormittags.

Ich schnitt vier Köpfe ab, legte sie in einen Topf, welchen ich mit grünem Papier umhüllte und eine Zeitlang zudeckte, damit sich der Duft ansammeln konnte, sodann band ich eine große, auffällige, hellgelbe Papierblume an einen Zweig des Busches, um festzulegen, welche Wirkung die Farbe derselben auf die Apiden ausübt, welche die Georgine besuchten.

Das Wetter war warm und windstill, der Himmel unbewölkt.

	Topf	Papierblume
Apis mellifica	0	3
Megachile cent.	0	10
Panurgus (dentipes?)	0	6

Durch den Duft wurden keine Insekten angezogen, dagegen 19 durch die Farbe. Zu erwähnen ist, daß am *Dahlia*-Busche nur noch zwei Blütenköpfe sich vorfanden. Die Bienen beflogen die künstliche Blume direkt oder von den *Dahlia*-Köpfen aus.

Am siebenten August wurde um dieselbe Zeit, an demselben Orte und bei annähernd gleichem Wetter ein Kontrollversuch angestellt. Die gleichen Bienen besuchten die drei Blütenköpfe, welche noch daran waren, recht emsig. Ich entfernte nun die Blumen und legte an deren Stelle aus Seidenpapier angefertigte Artefakte in den Busch. Das Resultat war dieses:

	An den Topf,	an die Papierblume flogen
Apis mellifica	0	1
Megachile cent.	0	12
Panurgus	0	2

Zwei Drittel dieser Insekten flogen in der Zeit einer Stunde daran, sodann ließ der Besuch allmählich nach. Die Apiden flogen auch noch immer an den Busch, nachdem ich bei der zweiten halben Stunde den Topf entfernt hatte. Ein deutlicher Beweis dafür, daß nicht der Duft der *Dahlia* es war, welcher sie herbeigelockt hatte.

Das nächste Experiment wurde am 8. August angestellt, von 9—12 Uhr. Es sollte entschieden werden, ob die Farbe der Papierblumen auch eine Attraktionskraft auf die Insekten auszuüben imstande ist. Die verschiedenfarbigen Artefakte wurden an hohen, mit Laubwerk bekleideten Stangen angebracht und dort in eine Wiese hingestellt, wo auch gefüllte *Dahlien* sich befanden. Wenn, dachte ich, die gefüllten Georginen überhaupt keinen Besuch erhalten, weil ihnen der Nektar fehlt, so dürfen auch die Papierblumen nicht besucht werden. Statt dessen wurden dieselben aber dennoch besucht, und zwar flogen in

drei Stunden 13 *Apis mellifica* und eine *Vanessa atalanta* daran.

Das Experiment am folgenden Tage wurde in Griante bei Cadenabbia in einem Bauernhofe ausgeführt, wo ein Bienenkasten an der Wand befestigt war. Es wurde Honig in ein dunkles Gefäß gebracht und künstliche Papierblumen daneben aufgestellt. Während zweistündiger Beobachtung flog eine Honigbiene weder an den Honig noch an die Papierblumen. Die Ursache erblicke ich in dem starken Sammeltriebe der Honigbienen, welche von ihrem Stock in geraden Linien schräg aufwärts flogen, um, durch Ortsgedächtnis und Gesichtssinn geleitet, möglichst bald an die Sammelplätze zu gelangen.

Der Versuch am 10. August wurde wieder in dem Garten meines Vaters angestellt, und zwar an rotbraunen Pflaumen von 9—11 Uhr und nachmittags von 1—2 Uhr. Ich legte Pflaumen in einen mit grauem Papier verdeckten Topf und tat ebensoviel auf die Erde. Auf das Obst an die Erde flogen drei Honigbienen, in den Topf keine. Ich beobachtete dies innerhalb der Zeit von zwei Stunden, sodann zerdrückte ich die Pflaumen, welche auf der Erde lagen und von warmer Sonne beschienen wurden, um festzustellen, ob der verdunstende Saft der überreifen Pflaumen die Bienen herbeilocke. Aber nur eine Honigbiene sah ich in der Zeit einer Stunde daranfliegen.

Den 13. August ersah ich zur Beobachtung einen Zwetschenbaum aus, welcher von vielen Hunderten von Honigbienen besucht wurde. In dessen Nähe stellte ich einen mit buntem Papier umhüllten Topf, welchen ich mit zerdrückten, reifen, schön duftenden Zwetschen füllte. Hierauf steckte ich auch eine Papierblume mit Kontrastfarben an eine Stange. Es wurde nun genau beobachtet, wie die beiden Versuchsobjekte beflogen wurden.

Was die Zahl anbelangt, so flogen:

	Topf	Papierblume
Apis mellifica	9	14
Pieris bras.	0	1
Eristal. tenax	0	1
	9	16

Die Artefakte wurden direkt beflogen, und zwar meistens von der Höhe, während nur die jungen Honigbienen in den Topf flogen, welche ihn bei ihrem Vorbeifliegen unmittelbar streiften. Das Verhältnis der Honigbienen, welche die Versuchsobjekte besuchten, zu denjenigen, welche den Obstbaum beflogen, war ein äußerst geringes; man konnte auch zu gleicher Zeit daraus ersehen, wie sehr der Sammeltrieb der Honigbiene für einen ganz bestimmten Ort ausgeprägt war. Es ist aber auch hervorzuheben, daß nur die Honigbienen, welche in den Topf flogen, von dem Zwetschenbaum kamen, während das Artefakt, welches einige Meter von dem Baume entfernt war, von anderen Individuen besucht wurde.

Der Topf, in dem die Zwetschen waren, wurde nun in das Haus gestellt, in einen Raum, und die darin befindlichen Früchte der Gährung überlassen. Alsdann stellten sich die kleinen Weinfliegen zu hunderten ein, als Beweis, daß nur der Duft sie angezogen hatte, und zwar schon auf Entfernungen hin; diese verhielten sich somit anders als die Honigbienen.

Die letzten Versuche an Tagesinsekten wurden nun noch an Lepidopteren angestellt. Ich ersah mir zu dieser Beobachtung ein großes Beet aus, in welchem sehr lebhaft gefärbte *Zinnia elegans* standen. Diese Kompositen wurden nur nachmittags hauptsächlich von Schmetterlingen besucht, denn dann waren sie von der Sonne beleuchtet. Die Besucher waren *Argynnis Aglaja* und *Vanessa urticae*.

Das Experiment machte ich mit großen künstlichen Papierblumen am 20. August zwischen 3—5 Uhr; es flogen keine Lepidopteren daran.

Um zu sehen, ob die Schmetterlinge auf Düfte reagieren, goß ich ein halbes Glas voll Äther in das Beet; allein die Insekten ließen sich dadurch nicht stören, sondern besuchten die Blumen ruhig weiter.

Zu dem Experimente, welches ich am 28. August von 2 bis 5 Uhr anstellte, nahm ich 50 künstliche aus Papier angefertigte Blumen, welche die mannigfaltigen Farben der *Zinnia elegans* aufzuweisen hatten. Diese nun wurden an die einzelnen Stöcke gebunden. Ich ließ die Schmetterlinge, welche durch meine Bewegungen verscheucht worden waren, wieder herankommen und beobachtete ihr Verhalten zu den Artefakten. Die natürlichen Blumen wurden in verschiedene Drahtglocken getan, um zu beobachten, ob die Lepidopteren vielleicht durch den Duft herbeigelockt werden könnten. Das Ergebnis war aber folgendes.

	Papierblumen	Drahtglocken
Argynnis Aglaja	14	0
Pieris brassicae	3	0
Vanessa urticae	2	0
Apis mellifica	30	0
	49	0

Das Verhältnis von Farbe zu Duft war wie 49 : 0.

So zeigte dieses mühsame Experiment mit den Lepidopteren, daß dieselben sich wie viele andere beobachteten Insekten in gleichem Maße von den Farben anziehen lassen, weil sie sich von ihnen täuschen lassen.

Es würde nun aber durchaus fehlerhaft sein, die Farbe als einzige Ursache der Anziehung für die auf ihre Nahrung ausgehenden Insekten anzunehmen.

Es wäre dies gerade so verkehrt, als wenn man den Duft als den Hauptfaktor bei der Attraktion betrachten wollte.

VI. Schlußfolgerungen für die Tagesinsekten.

Um Anhaltspunkte zu gewinnen, welche zur Entscheidung dieser Frage führen, müssen neben den Experimenten noch die Existenzbedingungen der Insekten, welche beobachtet werden sollen, herangezogen werden.

So ist es doch offenbar, daß Insekten, welche eine laufende Lebensweise haben, auf den Duft mehr reagieren müssen als auf die Farben, weil der Boden gleichmäßig abgetönt ist und der Duft, welcher infolge der porösen Eigenschaft besser diesem Substrate adhäriert, als der Luft, jenen Insekten als Leitmittel ihrer Triebe dient. So beobachtete ich auch im Monat Oktober die Coleopteren in Corsica bei Ajaccio und sah, daß die verschiedenen Arten der Scarabeen und Geotrupinen anders zu ihrer Nahrung geführt werden, als dies von Hymenopteren bekannt ist.

Es liegt daher der Schluß nicht fern, daß mit der laufenden Lebensweise korrelativ der Geruchssinn eine höhere Ausbildung erfährt, während bei der fliegenden Lebensweise und bei großer Lebensdauer der Gesichtssinn in dem Maße sich verschärft, als der Flug an Geschwindigkeit zunimmt. Es ist dies eine Konvergenzerscheinung, wie dieselbe auch dem Stamme der Vertebraten und bei einigen Säugern und Vögeln wiederkehrt und die bei der verschiedenen Lebensweise der Tiere sich verschieden äußert. Diese Erörterung aber führt uns zu der wichtigen Unterscheidung zwischen biologisch niederen und höheren Insekten. Innerhalb der Ordnung ist dabei jeweilen hoch und nieder zu unterscheiden.

Jene zeichnen sich aus durch kurzen Flug, kurze Lebensdauer im Endstadium, hohes Geruchvermögen und geringes Sehvermögen. — Diese hingegen sind gekennzeichnet durch einen langen, direkten Flug, eine relativ lange Lebensdauer und durch einen scharfen Gesichtssinn. Ich möchte aber hervorheben, daß diese Unterscheidung keine absolute sein kann, sondern nur eine Verallgemeinerung bleibt, welche notwendig die in der Natur stets vorkommenden Ausnahmen mit einschließt.

Auf diesen Beobachtungen und Reflexionen fußend, habe ich daher im Biologischen Zentralblatt schon darauf hingewiesen, daß die mannigfachen Infloreszenzen und die Korollen mit Kontrastfarben, hauptsächlich diesen biologisch hoch differenzierten Insekten angepaßt sind, während die andern stark duftenden Blumen ohne Kontrastfarben vorwiegend die Aufgabe haben, die biologisch niederen Insekten herbeizulocken. Bevor ich nun meine Beobachtungen an Nachtinsekten wiedergebe, möchte ich die verschiedene Wirkung der Duft- und Farbenanziehung bei den niederen *Hymenopteren* einmal erläutern. Wir haben gesehen, daß die *Prosopis* und *Anthrena* ganz anders auf Düfte reagieren, als die höheren Apiden. Denn während bei *Apis*, *Osmia*, *Anthophora*, *Anthidium* die Farben aus großen Ent-

fernungen diese Tiere herbeiziehen, was man entnehmen kann aus dem direkten und schnellen Flug nach einem fixen farbenprächtigen Gegenstand, so ist dieser Flug bei niederen Bienen ein ganz anderer. Er ändert seine Richtung, und zwar jedesmal nach derjenigen Seite, von welcher der diffuse Duftstoff entströmt. Aber auch diese Tiere nehmen die Farben wahr, doch nur in der nächsten Nähe, wie man aus Experimenten ersehen kann. Ebenso die Dipteren. Ein *Eristalis* verhält sich anders gegenüber den Farben als eine Mücke. Und *Bombilius*, *Volucella*, zwei hochentwickelte Fliegen, reagieren sehr wenig auf Düfte. Es sagt schon August Forel[1]): „Ihren Weg in der Luft finden jedoch die Fliegen keineswegs mit dem Geruch, sondern mit dem Auge.“ Das hat jedenfalls seine Richtigkeit für die hochentwickelten Dipteren.

VII. Die Beobachtungen an Nachtinsekten.

Diese wurden in Jena im Botanischen Garten und in Cadenabbia am Westufer des Comersees abgehalten. In Jena experimentierte ich mit Musciden, welche an *Arum detruncatum* sich einstellten. Über den frisch aufgeblüten, stark riechenden Blütenstand wurde eine dunkle Schachtel aus Pappe gestellt. — Die Fliegen fanden die Öffnung der Schachtel sofort und stellten sich in großer Zahl ein. Um zu sehen, ob sie auf die mattgelbe Farbe des *Arum*-Kolbens ebenfalls reagierten, stülpte ich nunmehr über diesen einen Glaszylinder und sorgte dafür, daß der farbige Kolben direkt an einer Stelle dem Rande des Glaszylinders anlag. Ein Teil der Fliegen tanzte in einem fort über der Öffnung des Glases, ein anderer lief an der trennenden Glaswand längs des gelben Kolbens auf und ab. Ich schnitt hierauf einen Blütenstand ab und wechselte den Standort der Pflanze. Die Musciden flogen nach. Es ist also klar, daß auf diese Tiere der Duft aus der Entfernung wirkt und die Farbe in der Nähe. Dieses Experiment war so überzeugend, daß es mich von einem Kontrollversuche dispensierte. Es wurde im Monat Juni abgehalten abends von 6—8 Uhr bei warmer, schwüler Witterung.

Ein weiterer Versuch mit Nachtinsekten wurde im Monat September mit einer Lepidoptere Sphinx convolvuli angestellt. Dieser Schwärmer kommt am Westufer des Comersees in großer Zahl vor, und die *Petunien-*, *Datura-*, *Nerium-*, *Echites-*, *Nicotiana*, *Crinum*-Arten werden hauptsächlich von ihm besucht. Hervorheben möchte ich, daß die soeben aufgezählten Blumen keine Kontrastfarben besitzen, dafür aber sehr stark riechen, eine Eigenschaft, die Sprengel[2]) in seinem epochemachenden Werke deutlich hervorhebt.

Es ist aber doch zu vermerken, daß auch diese Regel ihre Ausnahmen hat; so habe ich rosarote *Justicia-* und *Cyrtanthera-*

[1]) Die psychischen Fähigkeitea etc.
[2]) Einleitung des Hauptwerkes.

Arten, welche zur Familie der *Acanthaceen* gehören, von *Sphinx convolvuli* besucht gesehen, obgleich sie wenigstens für mich keinen bemerklichen Duft ausströmten.

Zu meinen Versuchen wählte ich mir einen Platz in einem Garten, welcher mir wegen seiner großen Pracht an Nachtblumen geeignet zu meinen Experimenten mit Sphingiden schien.

Ein Beet diente mir dazu, in welchem anderthalb Meter hohe weiße starkduftende *Crinum*-Arten blühten. Sie standen in großer Zahl, etwa 20—30, beieinander und zeichneten sich aus durch schöne, große, glockenförmige Korollen. Um 7—8 Uhr sah ich auch *Sphinx convolvuli* daran gehen, konnte jedoch nicht gleich Beobachtungen machen, da es die Witterung nicht zuließ.

Für den folgenden Tag hatte ich Zylinder anfertigen lassen aus dünnem buntem Papier, welche an beiden Enden mit Schnüren geschlossen werden konnten. Es war ein sehr feuchter schwüler Abend, und die Sphingiden flogen im Garten an *Oenothera*, *Petunia* und *Echites* in großer Zahl.

Obgleich nun die *Crinum*-Blumen am Tage vorher besucht worden waren, flog kein Exemplar an dieselben heran. Die Zylinder waren nämlich geschlossen. Ich hatte nun zu untersuchen, wie sich diese Insekten benehmen, wenn die Blüten in den offenen Papierzylindern enthalten sind. Der Erfolg war ganz meiner Erwartung entsprechend; etwa 20 dieser Sphinx convolvuli durchflogen in kurzer Zeit diese Papierröhren. Es muß aus diesem Experimente geschlossen werden, daß die Dämmerungsfalter schon von weitem den Duft der *Crinum*-Blüten gewittert haben müssen, denn durch die Farbe konnten sie nicht angezogen worden sein.

Die Vorbereitungen und die Bedingungen bei dem Experiment am 7. September waren ganz dieselben, nur stellte ich weiße Gegenstände, wie weiße künstliche Papierblumen, die recht groß waren und dieselbe Höhe hatten wie die *Crinum*-Blüten, 2—3 Meter von dem Beete entfernt auf, um zu sehen, ob ihre Farbe auch eine Attraktion auf diese Lepidopteren ausübe. Das Benehmen der *Sphinx* war an dem Beete ein ähnliches wie am vorigen Abend. Die hellen Gegenstände wurden aber auch gesehen, denn sie wurden siebenmal beflogen.

Die Versuche mit den Musciden, welche an *Arum* gingen, mit der *Sphinx*, welche an *Crinum* flog, zeigen hinsichtlich der Wirkung von Duft und Farbe ein gleiches Verhalten wie bei den niederen Apiden. —

Es liegt also der Schluß nicht ferne, diese Dämmerungsinsekten mit ihrer höchst kurzen Lebensdauer gleichfalls zu den biologisch niederen Insekten zu zählen, denn für die höheren Tagesinsekten sind die Farben mit dem Substrate, an welches sie gebunden sind, schon wirksam aus Entfernungen, nicht aber für die niederen Insekten.

Dabei ist vor allem zu bemerken, daß nicht eine in der heutigen Systematik, welche auf die Morphologie hauptsächlich

Bezug nimmt, tiefstehende Art, durchaus zu den biologisch niederen Insekten zu zählen ist. So sagt mir nun Friese, der bewährte Apidenforscher, folgendes: Es ist sehr wohl möglich und durch Beispiele zu belegen, daß eine in ihrem Bau tiefstehende Bienen-Gattung biologisch hochstehende Formen geschaffen hat. Zu solchen Arten gehört vor allen der *Halictus quadricinctus* (*grandis* J. L. L.) wovon wir eine vortreffliche Abbildung des Wabenbaues in Buttels[1]) „Stammesgeschichte" finden. Und im Gegensatz dazu ist es bei Organismen, welche im System eine hohe Stellung einnehmen, nicht ausgeschlossen, daß sie zu den biologisch niedern Tieren zu rechnen sind.

Dieser Betrachtung zufolge ist es auch leicht einzusehen, wozu die Tagesblumen vorwiegend Kontrastfarben und lebhaft gefärbte Blumen aufweisen, und die Nachtblumen im allgemeinen starken Duft und Blumen mit matten Farben haben, und umgekehrt läßt sich auch schließen, daß der penetrante Duft bei den Tagesblumen höchstwahrscheinlich zur Anlockung der niedern Insekten dient. So gehen nach Hermann Müller an *Tilia europaea* nicht nur *Apis* und *Bombus*, sondern auch niedere Bienen wie *Prosopis*, und von den Musciden *Sarcophaga carnaria*, *Lucilia cornicina*. An *Reseda luteola* gehen sehr häufig *Prosopis* und *Anthrena*. Eine Mittelstufe zwischen Tages- und Nachtblumen würden wir in den Waldblumen finden, die bei starker Färbung auch stark duften, um in ihrer verdeckten Stellung leichter wahrgenommen zu werden. Diese Betrachtungen werden im allgemeinen ihre Bestätigung finden; sie erheben aber diese Sätze nicht zu Gesetzen, da in der organischen Natur die Ausnahme stets die Regel ist.

VIII. Beantwortung der Einwürfe vonseiten der Gegner.

Was das tatsächliche Verhalten hinsichtlich der Wirkung der Farbe auf die Insekten betrifft, so sind nicht nur die triftigsten Gründe auf unserer Seite, sondern es sind auch die gewiegtesten Forscher der Physiologie, Botanik und Zoologie geneigt, den Farbensinn schon a priori anzunehmen. So sagt Vitus Graber in seinem bekannten Werke: „Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinnes der Tiere" in dem Abschnitte über den Farbengeschmack der Tiere im freien Naturleben: „Ausdrücklich hervorheben möchte ich aber noch, daß ein wirkliches auf Lust und Unlustgefühl beruhendes Farbenwählen bei den Tieren jedenfalls ungleich häufiger als bei uns stattfindet. Dies schließe ich nämlich einmal aus der größeren Entschiedenheit, mit der die Tiere bei zweifarbiger Belichtung zu reagieren pflegen, und dann aus dem Umstande, daß ja das Leben der Tiere im allgemeinen — und dies gilt insbesondere von den niederen Klassen — ein viel eingeschränkteres und

[1]) Die stammesgeschichtliche Entstehung des Bienenstaates sowie Beiträge zur Lebensweise der solitären und sozialen Bienen (Hummeln, Meliponinen). Leipzig.

monotoneres als das unsrige ist, und daß bei ihnen im Zusammenhang damit speziell die Licht- und Farbenreize minder schwankende, ich meine durch assoziierte Vorstellungen beeinflußte Empfindungen hervorrufen". Und in einem Vortrage A. Nagels über den Farbensinn der Tiere lesen wir folgende Stelle nach einer Betrachtung über die Mimikry-Färbung: „Den Aufwand mit den mannigfaltigen Färbungen und Zeichnungen der Tiere würde die Natur nicht machen, wenn niemand da wäre, auf dessen Sehorgan die verschiedenen Farben verschieden wirken. Das gleiche gilt möglicherweise für die Farben der Blumen in ihren Beziehungen zum Gesichtssinn der Insekten, doch liegt hier die Sache schon weniger klar".

Obgleich nun diese Urteile der Physiologen mit den Kriterien der hervorragendsten Biologen, wie ich es in der Einleitung gezeigt habe, übereinstimmen, so könnten mir Plateau und seine Anhänger mit vollem Fug und Recht folgende Einwürfe machen: Wie kommt es, daß gefüllte Blumen, wie *Dahlia*, *Rosa*, *Dianthus*, *Camelia* oder so lebhaft gefärbte Blumen wie die von *Forsythia*, verschiedene Arten von *Rhododendron* fast gar nicht von Insekten besucht werden? Und hätte ich nicht selbst gesagt, daß die mattgefärbten Blumen von *Apis mellifica* zahlreicheren Besuch erhielten als andere bunt gefärbte Blüten? Das würde sich doch widersprechen. Wenn ich auf den Standpunkt Plateaus mich stellte, so würde der Widerspruch ganz offenbar sein, nicht aber von meinem Gesichtspunkte aus. Denn meine Beobachtung stellt für die biologisch hochstehenden Insekten die Fähigkeit fest, auf Entfernungen hin Farben wahrzunehmen. Es lehrten aber die Experimente mit den künstlichen Blumen, daß die Insekten bald herausfinden, wo etwas zu holen ist und wo nicht, und daß sie sich nur anfänglich und bei ausgezeichneter Nachahmung der Artefacte für kurze Zeit und bei häufiger Platzänderung täuschen lassen. So fliegen, wie ich es an einigen *Rhododendron*-Arten beobachtet habe, die Bienen anfänglich zu diesen, lassen aber, weil sie nichts finden, von ihrem Besuche bald ab. Es ist also leicht erklärlich, warum die gefüllten Blumen, welche keinen Nektar haben, fast nicht besucht werden.

Anders jedoch verhalten sich die matt gefärbten Blumen. Die im Freien umherschwärmenden Insekten suchen nach Nahrung, finden sie schließlich, bleiben dort und bringen, wo ein Mitteilungsvermögen wie bei Apis herrscht, ihre Gefährten mit, und während im Verlaufe der Bestäubungszeit der Besuch der gefärbten Blumen durch die Insekten seltener wird, so gewinnen die matt gefärbten infolge ihres süßen Gehaltes an Anziehungskraft für diese.

Der Satz nun, daß die Farbe auf Entfernungen und der Duft in der Nähe die biologisch hohen Insekten anlocken, und daß die Wirkung dieser anziehenden Faktoren bei biologisch niederen eine entgegengesetzte ist, dieser Satz also findet nicht nur seine Begründung in den oben zu Papier gebrachten Beobachtungen, sondern auch in folgenden Reflexionen.

Ein farbenprächtiger Gegenstand ändert seinen Platz nicht, noch wird er von seiner Stellung verdrängt, er ist also etwas durchaus Stabiles, das nur je nach der Beleuchtung mehr oder weniger auffällig wird. Anders verhält es sich mit dem Dufte als Anziehungsursache. Seine Intensität ist erstens zu verschiedenen Zeiten verschieden, zweitens ist seine Übermittelung abhängig von der stets sich ändernden Windrichtung, drittens ist die Wahrnehmbarkeit abhängig von dem größeren oder geringeren Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre. — Denn die Duftpartikeln adhärieren leichter den Molekeln des Wasserdampfes, welcher seinerseits wieder einen größeren Reiz auf den in den Antennen lokalisierten Geruchssinn ausübt als trockene Luft. Einen Beweis für diese Ansicht finden wir wieder in der Tatsache, daß an feuchten Abenden die Falter in großer Zahl herumschwärmen, während das an Tagen mit trockener Luft nicht der Fall ist. Der wirksamste Grund ist aber dieser: Es gibt unendlich viele Düfte in der Atmosphäre, welche sich sowohl durchsetzen, als auch einander verdrängen können, und welche bei der geringsten Luftströmung ihre Stellung fortwährend ändern. —

Es ist also wenigstens für die fliegenden Tagesinsekten anzunehmen, daß nicht der Duft, sondern die Farbe auf Entfernungen hin sichtbar ist, und diese Ansicht findet ihren Beleg obendrein noch darin, daß eben die den höhern Insekten angepaßten Tagesblumen im Unterschiede zu den meisten Nachtblumen, wie Sprengel es uns überliefert hat, Kontrastfarben aufzuweisen haben.

Dem ist noch hinzuzufügen, daß ich bei trockener Witterung an den biologisch höheren Tagesinsekten die schönsten Resultate erzielt habe mit den Farben als Anziehungsursache, wie ich es mit dem Experimente hauptsächlich an *Papaver orientale* zeigte. Anders jedoch bei den biologisch niederen Insekten. Diese niederen Tagesinsekten halten sich erstens nicht weit von ihren Futterplätzen auf, und zweitens fliegen sie meistens an Blumen heran, die penetrant duften, wie *Reseda*, *Tilia* etc. Bei den Nachtfaltern wird die Attraktion vermittelt durch Eigenart und Stärke des Duftes der Nachtblumen.

Bekanntlich werden die Männchen dieser Lepidopteren zu ihren Weibchen auf große Entfernungen hingeführt. Möglich ist es allerdings, das die höheren Tagesinsekten die spezifischen Geschlechtsdüfte stärker perzipieren als Blumendüfte und durch jene schon auf Entfernungen angelockt werden — doch möchte ich diese Frage nicht in den Rahmen dieser Arbeit bringen[1]). —

[1]) Schenk, Otto, Die antennalen Hautsinnesorgane einiger Lepidopteren und Hymenopteren mit besonderer Berücksichtigung der sexuellen Unterschiede. Jena (Gustav Fischer) 1902.

C. Schlußwort.

Wenn wir das Fazit dieser Arbeit ziehen, so sehen wir uns veranlaßt, den Farbensinn wenigstens für einen Teil der Insekten wieder anzunehmen, und wie es unsere Gründe, Betrachtungen und Experimente zeigten, auch der Farbe eine bedeutende attraktive Wirkung zuzumessen.

Es hat sich für die höheren Insekten gerade das Gegenteil herausgestellt von dem, was F. Plateau für diese Tierklasse im allgemeinen annimmt. In einer seiner letzten Schriften L'ablation des antennes chez les bourdons et les appréciations d'Auguste Forel schreibt er noch: „Tout ce se résume donc en ceci; que, j'usqu'à la date d'apparition de la présente notice, j'ai dans l'attraction des Insectes par les fleurs, attribué une action secondaire à la vision et une action prépondérante à l'odorat.“

Nach unserer Darlegung würde dieser Satz nur für die biologisch niederen Insekten gelten, und wenn das auch einen Teil der Wahrheit ausmacht, wie unsere bisherigen Erfahrungen es lehren, so würde Plateau den anderen Teil auch gefunden haben, wenn er nicht gleich verallgemeinert hätte. Des Genter Gelehrten unzweifelhaftes Verdienst bleibt es immerhin, diese insektenbiologische Frage mit allem Nachdrucke in den Vordergrund gerückt zu haben, deren definitive Lösung durch das gegenseitige In-die-Hand-Arbeiten in gleichem Maße von dem Botaniker, Physiologen und Entomologen zu erhoffen ist. Diese Arbeit war aber nicht nur notwendig des Tatsachenverhaltes wegen, sondern auch für diejenigen, welche Plateaus Resultate ohne Kritik und Revision als richtig und entscheidend aufgenommen haben. Dem großen Blütenbiologen Christian Konrad Sprengel, welcher das intime Wechselverhältnis von Insekten und Blume auf so überzeugende Weise dargetan hat, verdanken wir im Vereine mit Darwin die Idee, daß die Farben schon auf Entfernungen hin die Insekten anlocken. So seien dieselben in dem Maße wieder rehabilitiert, als ich glaube bewiesen zu haben, daß den Arbeiten dieser großen Forscher vonseiten Plateaus nicht zur Genüge ihr Recht geworden ist.

Und schließlich — wenn eine Anziehungskraft der Farbe für Insekten auf Entfernungen hin erwiesen ist, so können wir solche interessante Beziehungen erklären, wie sie zwischen Blumen und Insekten auf den Kerguelen vorkommen und Chun sie uns in seinem Werke: „Aus den Tiefen des Weltmeeres“ schildert[1]). Infolge der zahlreichen Stürme, welche dort herrschen, haben sich nur diejenigen Insekten erhalten können, welche eine laufende Lebensweise angenommen haben. Durch Nichtgebrauch verkümmerten die Flügel, und gleichzeitig werden wir gewahr, daß die Größe der bunten Korolle der *Phanerogamen* abgenommen hat.

[1]) Auch A. R. Wallace schildert ähnliche Verhältnisse.

Nun wird diese unsererseits als Flagge aufgefasst, als diejenige Ursache, durch welche die höhern Insekten von weitem herbeigelockt werden. Die Flügel, d. h. das Organ, welches das Tier an entlegene Orte trägt, wird rudimentär, und in gleicher Weise reduziert sich das anlockende Objekt — die Korolle.

Auch diese Beobachtung ist ein Argument für mich, daß die Wirkung auf das Insekt durch Entfernungen hin nur von der farbigen Blumenkrone ausgeht, in dem Maße, wie es eben Sprengel für die Insekten im allgemeinen angenommen hat und ich für eine bestimmte Gruppe von Insekten annehme.

So möge diese Arbeit mit den mir wohl bewußten Mängeln an die Öffentlichkeit treten, möge sie in manchen Einzelheiten ihre Berichtigung erfahren, möge sie aber vor allem zur weiteren Erforschung oder Bestätigung dieser insektenbiologischen Frage dienen.

Über die Mykorrhiza der Lebermoose.

Von

Dr. Anton J. M. Garjeanne, Hilversum (Holland).

(Mit 10 Abbildungen im Text.)

Die Bildung einer Mykorrhiza ist eine den meisten Humuspflanzen gemeinsame Erscheinung. In der Ausbildung und Entwickelung sowie auch in der Bedeutung für die Nährpflanze herrscht eine ziemlich große Verschiedenheit. Während bei der ektotrophen und auch in den meisten Fällen der endotrophen Mykorrhiza ein deutlich symbiontisches Verhältnis nachzuweisen ist, gibt es aber auch Fälle, wo die Beziehungen zwischen Pilz und Wirt nicht so klar sind und es nicht mit Bestimmtheit zu sagen ist, ob man es nicht mit parasitischen oder saprophytischen statt mit der Wirtspflanze nützlichen Pilzen zu tun hat.

Wenig bekannt in dieser Hinsicht sind noch die Bryophyten. Sehr viele Moose und Lebermoose sind Humusbewohner oder vielleicht Saprophyten[1]) und ist also ein Vorkommen von Mykorrhiza-Pilzen bei ihnen von vornherein wahrscheinlich. Für die Laubmoose hat Amann[2]) das häufige Vorkommen von Pilzhyphen zwischen den Rhizoiden beschrieben und diese Hyphen, welche sich auch wohl den Rhizoidenwänden anschmiegen, als „epitrophische" Mykorrhiza gedeutet. Da aber niemals konstante und innigere Beziehungen zwischen den Hyphen und den Rhizoiden nachzuweisen sind, ist es fraglich, ob wir hier wirklich einen Fall von Mykorrhiza-Bildung haben.

Mykorrhiza-ähnliche Bildungen bei den Lebermoosen sind schon 1879 von Kny[3]) beobachtet für *Marchantia* und *Lunu-*

1) Die Frage nach dem Saprophytismus der *Muscineen* ist als noch nicht endgültig gelöst zu betrachten. Während Haberlandt (s. Jahrb. f. wiss. Bot. Band XVII und: „Physiologische Pflanzenanatomie") und mit ihm andere Forscher die Existenz saprophytischer Moose behaupten und jedenfalls sehr wahrscheinlich machten, hat neuerdings Paul (Englers Jahrb. f. Systematik. XXXII. Heft II u. III, S. 231ff.) das Bestehen saprophytischer Moose angezweifelt.

2) Amann, Deux cas de symbiose chez les Mousses. (Bull. d. l. Murithienne. XXVII—XXVIII. S. 122.)

3) Kny und Böttger, Über eigentümliche Durchwachsungen an den Wurzelhaaren zweier *Marchantiaceen*. (Verh. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. 1879.)

laria, während Janse[1]) in seiner bekannten Arbeit über die Mykorrhizen javanischer Pflanzen eine Mykorrhiza bei *Zoopsis* beschreibt. Eine ausführliche Beschreibung der Mykorrhiza von *Calypogeia trichomanis* gibt Němec[2]). Wir werden hierauf weiter unten noch zurückzukommen haben.

Da ich über ziemlich reichliches Material verfüge (ich kultiviere etwa 30 Arten niederländischer Lebermoose), habe ich die mir zugänglichen Arten auf das Vorkommen von Pilzhyphen in den Rhizoiden und den benachbarten Zellen geprüft und Näheres über die Entwickelung der mykorrhizaähnlichen Strukturen zu ermitteln versucht. Die cytologischen Einzelheiten sind nur gestreift oder gänzlich unberücksichtigt geblieben. Wer die Literatur über Mykorrhiza nachsehen will, findet dieselbe vollständig zusammengestellt bei W. Magnus in „Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXXV und Shibata, ebenda Bd. XXXVII. Němec sagt in seiner zitierten Arbeit, er habe bei fast allen von ihm untersuchten Lebermoosarten eine Mykorrhiza gefunden, nur *Jungermannia bidentata (Lophocolea bidentata)* war immer ganz frei davon. Genauer wird die Mykorrhiza beschrieben für *Calypogeia*, und wir werden die merkwürdigen Verhältnisse dieser Pflanze nach Němecs Angaben schildern: Die in der Erde wachsenden Rhizoiden sind fast ausnahmslos von Pilzhyphen durchwachsen, das untere, meist keulenförmig angeschwollene oder gelappte Ende ist von knäuelartig gewundenen Hyphen ganz gefüllt, nach oben sind die Hyphen gerade und deutlich in ziemlich lange, zylindrische Zellen geteilt. Am oberen Ende des Rhizoids werden die Hyphenzellen viel kürzer, und durch ausgiebige Teilung bildet sich an der Wand der angrenzenden Zellen des Lebermoosstämmchens eine Art Pseudoparenchym. Diese pseudoparenchymatisch zusammengedrängten Hyphenzellen treiben fingerförmige Fortsätze, welche die Zellwand durchbohren und so haustorienähnlich in die Parenchymzellen der Lebermoose eindringen.

Die fingerförmigen Fortsätze verlängern sich in den Nährzellen nie und sind also nicht etwa gewöhnliche Hyphen.

Die Versuchspflanzen waren befallen von *Mollisia Jungermanniae*, einer kleine *Pezizee*. Němec zeigte, daß die aus Sporen gezogenen Hyphen in die *Calypogeia*-Rhizoiden eindrangen und eine Mykorrhiza erzeugten. Auch konnte er durch geeignete Kulturen zeigen, daß das Auftreten von Hyphen in den Rhizoiden abhängig war von den Eigenschaften des Bodens und von der Berührung damit.

Schließlich führt Němec *Jungermannia bicrenata* an, bei welcher Pflanze die Pilzhyphen mehr parasitäre Eigenschaften zeigen, indem sie die Nachbarzellen der Rhizoiden befallen und deren Inhalt zerstören. Auch andere Zellen des Stämmchens

---

[1]) Janse. Les endophytes radicaux de quelques plantes javanaises. (Ann. d. jard. bot. d. Buitenzorg. XIV. 1897.)

[2]) Němec, Die Mykorrhiza einiger Lebermoose. (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XVII. S. 311.)

werden befallen und, bei den Chlorophyllkörnern anfangend, zerstört.

Im allgemeinen wird man mit dem Wort „Mykorrhiza“ einen biologischen Begriff, namentlich den der mutualistischen (oder jedenfalls nicht antagonistischen) Symbiose verknüpfen müssen. Wenn dem so ist, dann ist es vielleicht erwünscht, das Wort Mykorrhiza bei den Lebermoosen nicht zu benützen oder nur in der Zusammensetzung „Lebermoos-Mykorrhiza“. Denn, wie ich mich überzeugen konnte, das Verhältnis zwischen Pilz und Lebermoos ist häufig nur ein ganz zufälliges, auch können bei einer Lebermoosart verschiedene Pilze mykorrhizaähnliche Bildungen hervorrufen, und drittens verhalten sich die Rhizoidpilze meistens wie gewöhnliche Parasiten, welche den Zellinhalt mehr oder weniger vollständig zerstören und dabei häufig merkwürdige pathologische Erscheinungen verursachen. Letzteres ist jedoch auch bei wirklichen endotrophen Mykorrhizen der Fall (vergl. z. B. die zitierten Arbeiten von Werner Magnus und K. Shibata).

Im Anschluß an die Němecschen Untersuchungen wurde erst *Calypogeia* untersucht. Ich besitzte sieben verschiedene Kulturen, welche zwar alle der Umgebung von Hilversum entstammen, jedoch auf ziemlich verschiedenen Standorten gesammelt wurden. Die Pflanzen in meinen Kulturen wachsen sehr üppig und sind schon monatelang gesund. Die in der Luft wachsenden Rhizoiden, welche sich schon makroskopisch durch ihre weiße Farbe kennzeichnen, zeigten sich in weitaus den meisten Fällen frei von Hyphen, dagegen sind die im Boden gewachsenen Rhizoiden fast ausnahmslos infiziert. Die keulenförmigen Rhizoidenden zeigen öfters dichte Hyphenknäuel, der übrige Teil des Rhizoids wird von fast gerade verlaufenden Hyphen durchwachsen. Bis auf einige kleine Unterschiede stimmen alle von mir untersuchten *Calypogeia*-Rhizoiden überein. Es ergab sich aber, daß die Ausbildung der Hyphen in den Zellen des Stämmchens nicht immer dieselbe war wie die von Němec beschriebenen, denn in einigen Fällen werden pseudoparenchymatische Zellen mit fingerförmigen Fortsätzen gebildet, in andern Fällen dagegen entstehen in den Nachbarzellen der Rhizoidbasis Hyphenknäuel, welche ziemlich mit den in den Rhizoidenden vorhandenen übereinstimmen. Die Hyphen der letzteren Mykorrhizaart sind $1^1/_2$—2 mal dicker, als die der ersteren, überdies zeigt ihr Inhalt Unterschiede, welche schon darauf hinweisen, daß wir hier eine andere Pilzart vor uns haben. Die von Němec beobachteten Fingerfortsätze werden wahrscheinlich nur von *Mollisia* verursacht.

In Figur 1 ist das keulenförmige Ende eines Rhizoids mit einem Hyphenknäuel abgebildet. Die Hyphen dringen von außen nach innen durch, an der Außenwand sind noch Hyphen angeschmiegt, deren Seitenzweige in das Rhizoid gedrungen sind. Die Figur 2 stellt einen Teil eines Querschnittes durch einen *Calypogeia*-Stengel dar. Das basale Ende einiger Rhizoiden ist ge-

troffen, im Innern dieser Rhizoiden beobachtet man die septierten Hyphen, welche die basale Wand durchbohren und so in die Nachbarzellen dringen, wo der ganze Zellinhalt verdrängt und desorganisiert ist und einem dichten Pilzknäuel Platz gemacht hat. Die Hyphen durchziehen die ganze Außenschicht des

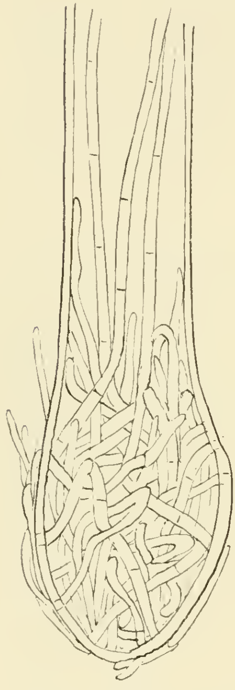


Fig. 1.
Calypogeia trichomanis.
Rhizoidende mit eingedrungenen Hyphen.

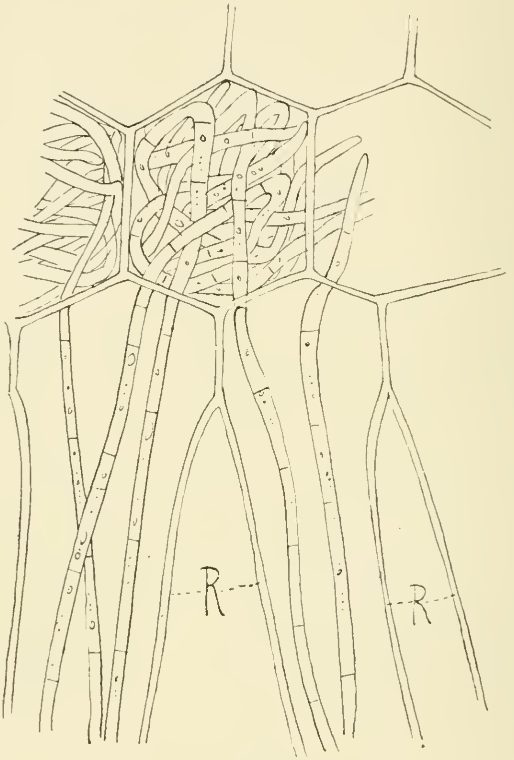


Fig. 2.
Calypogeia trichomanis.
Rhizoiden (Basis) mit ihrem Nachbarzellen, in den letzteren Pilzknäuel.

Stämmchens. Bisweilen kann man auch beobachten (und das gleiche gilt für die weiter unten zu besprechenden *Jungermannia connivens*), daß die Infektion des Rhizoids vom Stamme aus stattfindet. Ein solcher Fall ist in Figur 3 dargestellt. Vom Pilzknäuel aus dringen die Hyphen in die Rhizoidbasis ein. Sämtliche Figuren sind nach Mikrotompräparaten gezeichnet, welche mit Hülfe eines Jungschen „Studentenmikrotom B“ geschnitten sind. Ich hebe dies hervor, da sich dieses einfache Mikrotom für Arbeiten dieser Art außerordentlich gut eignet; mit einem Schlittenmikrotom erhielt ich keine besseren Präparate.

Die schon von Němec beobachtete Form der Mykorrhiza (von *Mollisia Jungermanniae* verursacht) ist in Fig. 4 gezeichnet. Ich füge der Beschreibung Němecs noch hinzu, daß die fingerförmigen Fortsätze in den älteren Nachbarzellen gänzlich gebräunt werden, nur mit Ausnahme der äußersten Spitze, welche hell und durchscheinend bleibt und sich wie eine Einstülpung nach innen senkt.

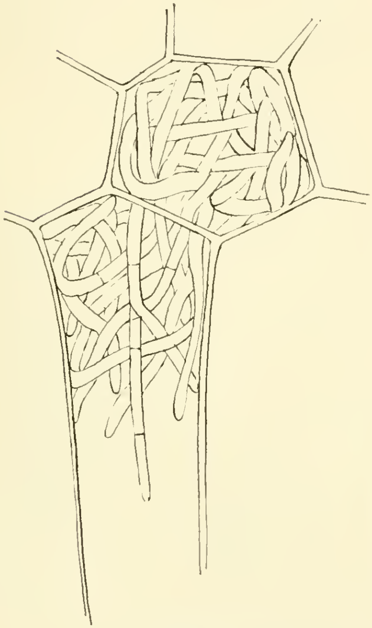


Fig. 3.
Calypogeia trichomanis.
Vom Stämmchen aus infiziertes Rhizoid.

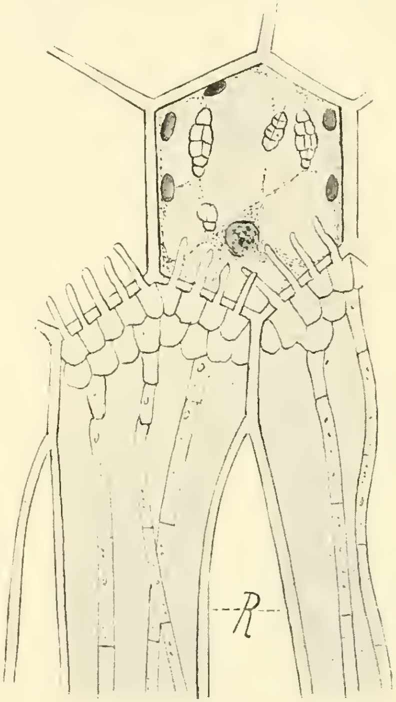


Fig. 4.
Calypogeia trichomanis.
Die von *Mollisia Jungermanniae* verursachte Form der Mykorrhiza. Der Inhalt der Nachbarzellen ist intakt.

Ich fand beide Mykorrhizaformen meistens nur getrennt in verschiedenen Rasen, nur in einem Falle fanden sich Pflänzchen mit der „Němecschen“ Form der Mykorrhiza zwischen solchen mit der anderen, bei den *Jungermannieen* überhaupt häufigen Form. Die pseudoparenchymatischen Zellen färben sich mit Jodlösungen stark rotbraun, was auf Glykogen hinweist. Wie bei den jetzt zu besprechenden Arten sind in den Zellen, welche in Desorganisation begriffen sind, kugelige Gebilde, welche sich mit Jod-Jodkalium schwach bräunen, häufig.

Besonders günstig für die Beobachtung der Rhizoidhyphen zeigten sich *Jungermannia connivens* und *Jungermannia divari-*

cata, zwei Arten, welche keine Ölkörper besitzen[1]). Die zarten Stämmchen dieser beiden Arten eignen sich schon ohne Zerschneiden zur Beobachtung mit stärkeren Systemen, während bei *Calypogeia* eigentlich nur Mikrotomschnitte klare Bilder geben.

Die Rhizoiden von *J. connnivens* sind viel kürzer als diejenigen von *Calypogeia*, ihr Ende ist meist stark keulenförmig geschwollen oder gelappt. Der Zellinhalt gesunder und intakter Rhizoiden besteht aus deutlich körnigem Protoplasma und ziemlich großen Vakuolen. In kranken oder wenigstens nicht nor-

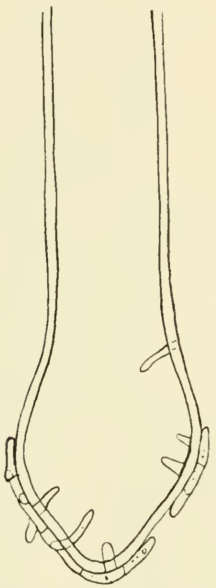


Fig. 5.
Jungermannia connivens.
Das erste Stadium der eingedrungenen Hyphen (der Inhalt des Rhizoids ist nicht mit eingezeichnet.)

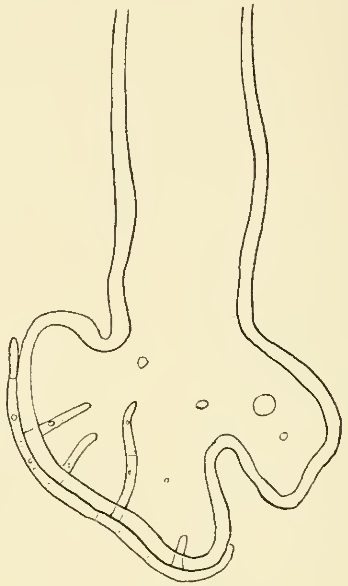


Fig. 6.
Jungermannia connivens.
Eindringende Hyphen in einem gelappten Rhizoidende.

malen Rhizoiden beobachtet man oft stärkere Granulationen, während zahlreiche Vakuolen vorhanden sind, welche sich an fixierten Präparaten besonders deutlich zeigen. Die ersten Stadien der Infektion sind in den Figuren 5—7 gezeichnet. Es dringen Zweige von dicht an der Rhizoidwand verlaufenden Hyphen durch diese Wandung hindurch und entwickeln sich im Rhizoid weiter. Ist das Rhizoid sorgfältig frei präpariert oder war es in ein sehr loses Substrat eingedrungen, so sind auch die außen verlaufenden Rhizoiden noch vorhanden (5, 6), war das Rhizoid

[1]) Zuerst dachte ich an eine Beziehung zwischen der schönen Entwickelung der Pilzhyphen und dem Fehlen der Ölkörper, doch glaube ich, daß eine solche Beziehung, wenn vorhanden, doch nur eine sehr schwache ist.

aber fest in den Boden gedrungen, so reißen die Hyphen ab, und sind nur Rudimente zu beobachten (7). Nicht nur am geschwollenen Ende, sondern auch etwas höher dringen die Hyphen in das Rhizoid hinein, unter normalen Umständen aber niemals in Luftrhizoiden.

Das Hineindringen des Pilzes verursacht die Desorganisation des Inhalts des Rhizoids. Das Protoplasma wird immer körniger und zerfällt in rundliche Ballen, welche häufig in Molekularbewegung begriffen sind. Der Kern, welcher z. B. in Pikrinsäurepräparaten deutlich sichtbar ist, zeigt allerhand sonderbare Gestaltsänderungen und verschwindet später.

Zur gleichen Zeit entwickeln sich die eingedrungenen Hyphenzweige, sie wachsen schnell in die Länge und, indem sie das Zelllumen des Rhizoids fast vollständig ausfüllen, sind die meisten eingedrungenen Hyphen gezwungen, sich im untern, geschwollenen Ende zu entwickeln; sie bilden da die auch bei *Calypogeia* und andern Arten vorhandenen Knäuel (Figur 8). Diese Knäuel bestehen aus wiederholt verzweigten und verschlungenen Hyphen, welche häufig aus etwas kürzeren Zellen aufgebaut sind als die normal gewachsenen.

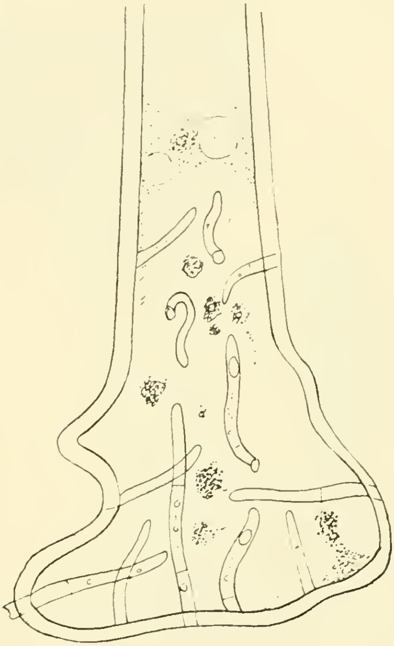


Fig. 7.
Jungermannia connivens.
Zahlreiche eindringende Hyphen. Die Granulationen entstehen im Protoplasma unter Einfluß des Pilzes.

Wenn Němec[2]) sagt, daß bei *Calypogeia* öfters Hyphenzweige durch die Rhizoidmembran nach außen dringen, so ist das doch nur eine sekundäre Erscheinung, welche bei *Jungermannia connivens* meistens nicht eintritt.

Wenn die Hyphen die Basis des Rhizoids erreicht haben, so dringen sie durch die Membran der Nachbarzellen und entwickeln sich in diesen weiter. Dabei wird der Zellinhalt vollständig verstört; es fängt häufig mit einer Umbildung der Chlorophyllkörner an, welche dabei zu ziemlich großen Kugeln unter Vakuolenbildung anschwellen (Fig. 8, rechts). Erst wenn die befallene Zelle vollständig mit Hyphen gefüllt ist, scheinen diese auch in die angrenzenden Zellen einzudringen. Dabei bleiben

[1]) Němec, l. c. S. 312.

doch die zentralen Zellen in weitaus den meisten Fällen intakt. Außer vom Pilz, welcher die beschriebene Mykorrhiza verursacht, kommen noch andere Hyphen in *Jungermannia connivens* vor, und zwar hauptsächlich eine Art mit sehr zartem Mycelium (die Fäden sind kaum 1,5 μ dick) und eine mit viel stärkeren Hyphen

Fig. 8.
Jungermannia connivens. Zwei kurze Rhizoiden nebst Nachbarzellen. In einer der letzteren ein Hyphenknäuel, in der andern normale und desorganisierte Chlorophyllkörner.

von 3—4 μ Diameter). Die letzte Art bildet nicht nur eine Mykorrhiza, sondern sie umspinnt auch ganze Pflänzchen; namentlich die schwächlichen, im Halbdunkel gewachsenen Exemplare werden häufig mit einem Pilzmantel umhüllt.

Fast ganz gleich verhalten sich *Jungermannia divaricata* und, wenn auch nicht unter allen Umständen, *Jungermannia bicuspidata* (ebenfalls ohne Ölkörper). Die Hyphen dringen in den meisten Fällen in das Rhizoidende ein, bilden da ein Knäuel und wachsen empor, um in den Nachbarzellen der Rhizoidbasis

aufs neue Knäuel zu bilden. Hier, wie auch bei andern Arten kommt es sehr häufig vor, daß das Rhizoidende mit einem Pilzknäuel gefüllt ist, ohne daß sich Hyphen im übrigen Teil des Rhizoids befinden.

Die Untersuchung von *Jungermannia divaricata* (aus einem Walde bei Hilversum) hat mir dreimal den Fall vor Augen geführt, daß eine Hyphe aus einer keimenden Spore in den Rhizoid eindrang (Fig. 9 stellt die gekeimte Spore dar). Häufig findet man ungekeimte Sporen zwischen den Blättern und Rhizoiden, aus welchen Fällen aber nicht zu schließen ist, ob einiger Zusammenhang zwischen diesen Sporen und den Rhizoidhyphen besteht.

Bei *Jungermannia ventricosa* konnte ich beobachten, daß die Hyphen, welche zwar außerhalb der Blätter und Rhizoiden wuchsen, aber doch mit den darin wachsenden in Zusammenhang standen, mit Algenkolonien, welche sich auf den Blättern angesiedelt hatten, zusammentraten und dieselben umsponnen. In diesem Falle haben wir es mit einer „Halbflechte" zu tun wie z. B. die von Zukal[1]) beschriebene *Paryphydria Heimerlii.* Die Hyphen dieses Diskomyceten dringen in den Rhizoiden von *Jungermannia quinquedentata* ein und befallen später die äußeren Zellen des Stämmchens, von da aus kommen sie in die Blätter und durchbrechen häufig die Zellwände an Stellen, wo sich Algenkolonien angesiedelt haben. Die Hyphen umspinnen die Algen und bilden so kleine Thallusschüppchen, worauf sich die eigentümlichen Fruchtkörper anlegen. Zwar habe ich auf *Jungermannia ventricosa* bis jetzt keine Apothecien gesehen, doch stimmen die algenumspinnenden Hyphen in ihrem Verhalten zu den Rhizoiden vollständig mit den gewöhnlichen Rhizoidpilzen überein, wie auch aus Zukals Fig. 2, Taf. III hervorgeht.

Fig. 9.
Spore, welche zwischen den Rhizoiden keimte, die Hyphe drang in einen Rhizoid ein.

Eine kräftige Entwickelung der Rhizoidpilze fand ich in den meisten Fällen auch bei folgenden Arten: *Sarcoscyphus Funckii* und *Ehrharti*, *Alicularia scalaris*, *Jungermannia crenulata* und *J. exsecta*, welche hauptsächlich mit den schon besprochenen Lebermoosen übereinstimmen. Etwas abweichend verhält sich bisweilen *Alicularia scalaris.* Die Hyphen durchziehen namentlich das ganze Stämmchen und die Blätter. Hierdurh werden die Hyphenzellen kürzer und dicker, in einzelnen Zellen bilden sich oidienartige Zellen, übereinstimmend also mit den von Němec in *Jungermannia bicrenata* beobachteten Hyphenzellen[2]), nur darin von diesen Zellen abweichend, daß sie mehr nach Art der Sproßmyzelien in verschiedenen Richtungen sich

[1]) Zukal, Halbflechten. („Flora". Bd. XLIX. S. 92. Der dort genannte Name „Parüphädria" wird später verbessert.

[2]) Němec, l. c. Tafel XXIV, Fig. 8.)

bilden. Die vom Pilz befallenen Zellen werden desorganisiert, obwohl der Pilz schon stark entwickelt sein kann, bevor der Zellinhalt gänzlich verdrängt ist. Sehr auffallend sind die Desorganisationserscheinungen der Ölkörper. Diese Inhaltskörper der Lebermooszelle, welche sich durch große Unveränderlichkeit auszeichnen, werden unter dem Einfluß des Pilzes erst zu großen, farblosen Kugeln, welche nur sehr wenig fettes Öl mehr enthalten. Auch können die Ölkörper sich teilen; in den Zellen des Blattes, welche sonst nur 2—5 etwa ellipsoidische Ölkörper enthalten, findet man, wenn sie vom Pilze infiziert werden, deren etwa 10—18. Sie sind dann aber klein und kugelig[1]).

Die *Alicularia*-Pflanzen, welche oben beschrieben waren auf Waldboden gewachsen zwischen *Jungermannia albicans* und *Jungermannia divaricata*. *Alicularien*, welche auf moorigem Sandboden gesammelt waren, zeigten zwar in ihren Rhizoiden und in einzelnen Zellen des Stämmchens Hyphen, doch waren die Zellen des Blattes immer ganz frei und die Ölkörper normal. Dies zeigt auch wiederum, wie außerordentlich groß der Einfluß der äußeren Umstände ist.

Wenig pilzreich zeigten sich folgende Arten: *Scapania nemorosa* und *irrigua*, *Jungermannia albicans*, *J. inflata*, *Lophocolea bidentata*, *L. minor* und in den meisten Fällen auch *Lepidozia reptans*, während *Ptilidium ciliare* in den von mir beobachteten Fällen zwar häufig von Hyphen umsponnen war, niemals aber Pilzfäden in den Zellen zeigte. Die vier erstgenannten Arten entwickelten ziemlich wenige Rhizoiden, die emporwachsenden Stämmchen der *Scapania*-Arten sind sehr häufig rhizoidlos, oder sie tragen nur einige kurze Rhizoiden. An den unterirdischen oder der Erde angeschmiegten Teilen sind die Rhizoiden gebräunt und häufig verletzt. Zwar haben sich in ihrem Innern öfters Hyphen angesiedelt, aber an den von mir kultivierten *Scapanien* konnte ich keine Hyphenknäuel und auch keine Membrandurchbohrung beobachten. Die in die Luft gewachsenen Hyphen von *Jungermannia albicans* sind meistens hyphenfrei, nur in einigen Fällen beobachtete ich, wie auch bei *Calypogeia*, ein Eindringen von Hyphen in den Rhizoiden vom Stämmchen aus. Die in der Erde gewachsenen Rhizoiden sind von Hyphen durchzogen, aber unregelmäßig und meistens ohne Eindringen der Hyphen in die Zellen des Stämmchens. Noch weniger pilzreich ist die auf moorigem Boden wachsende *Jungermannia inflata*. Die *Lophocolea*-Arten sind nur bisweilen verpilzt; in sehr üppig gewachsenen, etwa 6 cm langen Pflanzen aus dem Baarner Wald sah ich keine einzige Hyphe, dagegen findet man in den Rhizoiden der meist kleineren, zwischen Gras auf sandigem Boden gewachsenen Pflanzen meistens Pilze. *Lophocolea minor* ist häufiger von Pilzen bewohnt als *L. bidentata*[2]).

Lepidozia reptans bildet zwei Arten von Rhizoiden: sehr lange und dünne, mit spitzen Enden, welchen immer verpilzt

---

[1]) Vergl. über die Ölkörper der Lebermoose meine Arbeit in „Flora".
[2]) Diese Art fand Němec nur ohne Pilze.

sind, und kurze, dickere mit geschwollenem Ende, welche meistens Hyphenknäuel zeigen und auch weiter von Hyphen durchwachsen sind. Völlig pilzfreie Pflanzen von *Lepidozia*, wie sie Němec fand, habe ich zwar nicht gesehen, doch hat die Mykorrhiza dieser Art in hohem Grade die Kennzeichen des Zufälligen.

Von den thallosen auf der Erde wachsenden *Jungermannieen* untersuchte ich nur *Pellia epiphylla* und *Aneura multifida*. Letztere Art, welche gern zwischen anderen Moosen und Lebermoosen lebt und kaum in der Erde befestigt ist, ist selten von Hyphen umsponnen und zeigt in den Zellen überhaupt keine Pilze. Die Rhizoiden sind auch an üppig wachsenden Pflanzen häufig gebräunt und abgestorben, in ihrem Innern findet man (wohl durch den nassen Standort) Pilze, Algen, häufig auch Flagellaten u. a. Etwas Konstantes ist hier aber nicht zu finden.

Die langen Rhizoiden von *Pellia*, häufig gemischt mit Algen, Moosrhizoiden und Protonemen, sind nur bisweilen pilzfrei, am häufigsten sind aber die meisten Rhizoiden verpilzt, ohne jedoch dichte Hyphenknäuel zu zeigen.

Von baumbewohnenden Lebermoosen gelangten *Metzgeria furcata*, *Radula complanata*, *Frullania dilatata* und *Madotheca platyphylla* zur Untersuchung. Die Rhizoiden dieser Arten sind hauptsächlich Haftorgane, in jungem Zustande sind die Zellwände häufig schleimig verdickt, die Spitzen der Rhizoiden verbreitern sich und teilen sich in Lappen, ihre Wände bräunen sich und sind ziemlich stark verdickt. Die aus den Unterlappen der Blätter sich entwickelnden Rhizoiden von *Radula* habe ich immer nur pilzfrei gefunden, die Rhizoiden der andern genannten Arten sind bisweilen mit Hyphen gefüllt, und zwar die von *Metzgeria* am häufigsten.

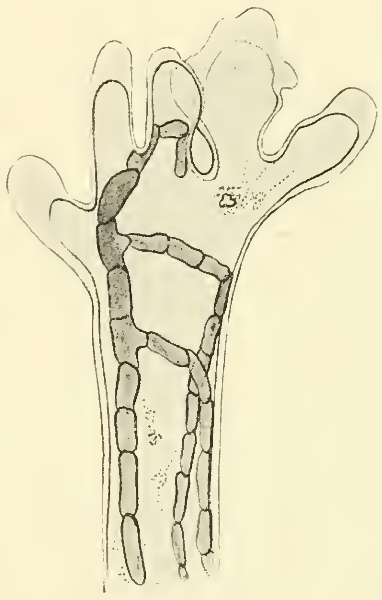


Fig. 10.
Rhizoid von *Metzgeria* mit Hyphen.

Ein solches *Metzgeria*-Rhizoid ist in Fig. 10 abgebildet. Niemals konnten Hyphenknäuel in den Rhizoidenden beobachtet werden, dagegen dringen die Hyphen aus den Rhizoiden meistens in die Thalluszellen, und es kommt auch vor, daß Hyphen sich aus den Thalluszellen in ein Rhizoid einbohren. Die Hyphen bestehen aus ziemlich kurzen und dicken, gegen die Querwände etwas eingeschnürten Zellen mit bräunlichen Wänden.

Von den *Marchantieen* untersuchte ich nur *Marchantia polymorpha*, für welche Art das Vorkommen von Pilzen in den Rhizoiden schon längst bekannt ist[1]). Ich bemerke zu dieser Symbiose der *Marchantieen* nur, daß sie (wenigstens für die auch von mir untersuchte Art) sehr inkonstant ist und bei sehr zahlreichen Individuen fehlt. *Marchantia* wächst hier in Hilversum überall zwischen Steinen; diese Pflanzen sind fast allgemein frei von Pilzen. Auch auf lehmigen Äckern sind die *Marchantien* meistens pilzfrei, wie ich mich zu überzeugen Gelegenheit hatte.

Leider war ich nicht in der Lage, eine *Anthoceros*-Art zu untersuchen; hierüber kann ich also nichts Näheres angeben. Doch finde ich eine vor zwei Jahrene gemacht Notiz über *Anthoceros laevis*, worin ich das Vorkommen von Pilzen in den Rhizoiden konstatiere.

Wenn wir im allgemeinen den Eindruck wiedergeben, welchen die Rhizoidpilze der Lebermoose machen, so sehen wir, daß sie überhaupt mehr als Parasiten auftreten, da ihr Eindringen immer mehr oder weniger weitgehende Desorganisation des Zellinhalts verursacht. Ob die Rhizoidpilze ihrer Wirtspflanze in irgend welcher Beziehung auch Nutzen gewähren, ist schwer auszumachen. Ich habe stattliche, gänzlich pilzfreie Exemplare von *Lophocolea bidentata* beobachtet, dagegen sind die mit Rhizoidpilzen versehenen Pflänzchen dieser Art schwächlicher und kleiner. In der letzten Zeit kultiviere ich gänzlich pilzfreie Exemplare von *Jungermannia crenulata* auf geglühtem Sande mit Knopscher Nährlösung; die Pflanzen sind mindestens so schön entwickelt wie ein infizierter Rasen dieser Art, welche auf mooriger Heide gesammelt wurde.

Die Rhizoidpilze scheinen immer aus der Erde in die Lebermoose zu dringen. Da der humose Waldboden außerordentlich reich an Pilzarten ist[2]), ist es nicht zu verwundern, daß Hyphen verschiedener Bauart in den Rhizoiden anzutreffen sind. Die Pilze aus den Lebermoosen rein zu züchten, ist mir bis jetzt (zwar habe ich nur einige, wenige Versuche gemacht!) nicht gelungen. Es haften immer so viele Myzelstücke und Keime an Teilen des Lebermooses, daß sich in geeigneter Nährlösung eine ganze Pilzflora entwickelt, und unter solchen Umständen gelingt es nicht, den Rhizoidpilz sicher zu erkennen.

Meine Beobachtungen ergeben, daß die „Mykorrhiza“ der Lebermoose durchaus nicht etwas so Konstantes und Einförmiges ist, wie die Mykorrhiza vieler höheren Pflanzen, und daß die ganze Erscheinung einen mehr parasitären Charakter hat.

---

[1]) Kny und Böttger, l. c.

[2]) Die meisten Pilze, welche in dem humosen Boden meiner Umgebung vorkommen, sind genau untersucht von C. J. Koning und von diesem Forscher in Gemeinschaft mit C. A. J. A. Oudemans beschrieben worden in „Prodrome d'une flore mycologique obtenue par la culture sur gélatine préparée de la terre humeuse du Spanderswoud près de Bussum. (Archives Néerland. d. Sc. Sér. II. 7. S. 266ff.)

Miscellen zur Kenntnis der europäischen Arten der Gattung *Bryum*.

Von

Ph. Dr. Josef Podpěra (Prag).

Die Basis der vorliegenden Studie bildet eine überaus reiche Kollektion von *Bryum*-Arten, welche mir durch die Liebenswürdigkeit des Herrn P. Sydow in Berlin zur Revision anvertraut wurde. Dieselbe enthält nebst vielen neuen Standorten, welche jedoch für die geographische Verbreitung von minderem Belange sind, eine größere Anzahl von kritischen Formen; die Resultate, welche die Untersuchung ergab, sind in den nachfolgenden Zeilen enthalten.

Sehr interessante Ergebnisse lieferte auch eine schöne mediterrane Suite, welche im Jahre 1863 von Prof. Dr. Paul Ascherson und Dr. O. Reinhardt (in Herb. P. Sydow) in Sardinien gesammelt wurde und mir eine gründliche Einsicht in die höchst variablen Kreise der *alpinum*- und *capillare*-Gruppe ermöglicht hat.

1. Sekt. ***Gemmibryum*** Podp. 1901[1]).

Bryum pseudotriquetrum Schwägr. 1816 var. *crassisetum* Podp. 1901. Baden: An feuchten Felsen im Schwarzwalde (Str.) Eine Gebirgsform, die außerdem auch in Böhmen im Böhmerwalde vorkommt. Die süddeutschen Exemplare weichen von den böhmischen durch die bis zur Spitze umgeschlagenen Blattränder ab;

var. *latifolium* Lindb. 1883. Böhmen: Im salzhaltigen Graben längs der Bahn bei Oužice im Elbetale (K. Domin), Dolánky bei B. Brod (Židlický):

var. *gracilescens* Schimper 1856. Böhmen: Bei der Brücke längs der Straße gegenüber Bílek bei Chotěboř (C. Bayer), Podolí bei Weißwasser (P.).

B. amoenum Warnstorf, Neue Beiträge zur Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Verh. d. bot. Ver. d. Prov. Brand. XLI, p. 60, Sep.-Abdr.

---

[1]) Podpěra, J., Monografické studie očeských druzích rodu *Bryum*. Prag 1901.

Pflanze sehr dichtrasig und robust, Rasen bis 8 cm hoch, sehr dicht bis zu den neuen Gipfeltrieben durch papillösen Wurzelfilz verwebt, innen dunkel-rostbraun, außen schmutzig- bis gelbbräunlich-grün. Stengel im Querschnitte stumpf fünfeckig: Zentralstrang und das sehr lockere Grundgewebe weinrot, Zentralstrang dunkler gefärbt, die verdickte Außenschicht dunkelrot, in den Ecken mit falschen Blattspuren.

Blätter sehr dicht gereiht, von fester Konsistenz, nicht oder fast herablaufend, lanzettlich bis länglich oder verlängert mit kaum verschmälerter Basis, allmählich kurz zugespitzt, mit sehr kräftiger, karminroter, entweder als kurzer, dicker Stachel austretender oder an der Spitze aufgelöster Rippe, an der Insertion dunkelrot, oben gelblich bis rötlich angelaufen, ringsum durch schmale, dickwandige, gelblich-braune Zellen 3—4reihig (hie und da doppelschichtig!) gesäumt, bis zur schwach gesägten Spitze spiralig umgerollt.

Blattzellen an der Insertion tief karminrot, schmal rektangulär, höher hinauf breiter und kürzer, in der Blattmitte verlängert, oben kurz rhomboidisch (im Allgemeinen vom *bimum*-Typus), sehr dickwandig. Blüten zweihäusig, rein ♀: die Schopfblätter im trockenen Zustande mehr oder weniger straff verbogen bis spiralig gedreht, feucht aufrecht abstehend, die äußeren Hüllblätter mit mehr verlängertem Blattgewebe und verschieden austretender Rippe, scharf zugespitzt, die innersten viel kleiner, ungesäumt, mit engem Zellnetze, dünner, ringsum sehr feingesägt, mit nicht austretender Rippe.

Seta verhältnismäßig kurz, 3 cm hoch, bogenartig in den Hals verschmälert, kastanienbraun, nicht glänzend.

Kapsel nickend, mit längerem Halse, länglich-keulenförmig, Hals kürzer als die Urne, etwa $^2/_5$ der ganzen Kapsel, diese bedeckelt 4 mm lang und 0,8—1 mm breit, regelmäßig, im Alter kastanienbraun, unter der Mündung sehr schwach verengt. Deckel breit, gewölbt-kegelig, scharf zugespitzt, intensiv glänzend. Zellen des Exotheciums dickwandig: um die Mündung 3—4 Reihen minder durchsichtiger, 4—6seitiger Zellen, die übrigen sehr dickwandig, rektangulär.

Äußeres Peristom gelblich-braun, an der Insertion gleichfarbig, papillös breit gesäumt, Dorsalfelder niedrig, Lamellen 26—30, die unteren dichter gereiht; inneres Peristom gelblich, Grundhaut über die Hälfte der Zahnhöhe.

Italien: Vallombrosa bei Florenz (17. VII. 1863 leg. O. Reinhardt), Sardinien: Gennargentu (O. R.). Herb. Sydow. Mit Recht bezeichnet Warnstorf seine Varietät des *B. bimum*, welche ich auf Grund von neuen, die Kapselform betreffenden Merkmalen zu einer Art emporhebe, als eine interessante Form.

Die Verwandtschaftsverhältnisse zu *B. ventricosum* und *B. Reyeri* wurden schon von Warnstorf (l. c.) besprochen; ich will hier nur des unnatürlichen Systems gedenken, welches durch die einseitige Betonung der Geschlechtsverteilung entstanden ist. Schon in meinen „Monographischen Studien über die

die böhmischen Arten der Gattung *Bryum*" p. 34 habe ich darauf hingewiesen, daß die weite Trennung der beiden Arten: *B. pseudotriquetrum* und *B. bimum* eine sehr unnatürliche ist, denn die erste Art repräsentiert eigentlich die zweihäusige, die zweite Art die zwitterige Form desselben Typus. Nun hat diese Ansicht durch das Auffinden eines zweihäusigen *B. bimum* (*B. amoenum* [Warnst.] Podp.) ihre Bestätigung gefunden. Das genannte *Bryum* gleicht in seinen anatomischen Merkmalen dem *B. bimum* so, daß man der Blattstruktur nach die beiden Arten kaum zu unterscheiden vermag. Eine andere (vom *bimum* abweichende) Ausbildung des Sporogons ist erwähnungswert. Was die geographische Verbreitung des *B. amoenum* anbelangt, so sind die eben angeführten Standorte der zweite und dritte in Europa. Zuerst wurde die Pflanze von Loeske bei Straußberg in einem tiefen, kalkhaltigen Sumpfe (im April 1897) gesammelt. Dr. O. Reinhardt hat die Art im Herbarium als var. *robustum* vom *B. bimum* bezeichnet.

B. *amoenum* (Warnst.) Podp. var. ***cavifolium*** Podp. Blätter verhältnismäßig sehr breit (2,8 mm lang und 1,6 mm breit), breit eiförmig, kurz zugespitzt, hohl, am Rande breit umgerollt; Blattzellen sehr dickwandig, an der Insertion intensiv karminrot, Rippe in der Spitze aufgelöst oder selten als kurzer Stachel austretend.

Böhmen: Moldaufelsen (Silurschiefer) zwischen Libřice und Davle südlich von Prag (P.).

B. bimum Schreb. 1771. Eine interessante Pflanze, welche man als polygamisch bezeichnen könnte, sammelte Holler (Herb. Sydow) bei Jachenau in Ober-Bayern. Die Stengel besitzen nämlich neben den zwitterigen Blüten noch Triebe, welche nur die männlichen Blüten tragen.

B. Duvalii Voit 1811. Schl.-mähr. Gesenke: Im großen Kessel 25. 7. 1876 (J. Schulze) schön und reichlich fruchtend.

2. Sekt. ***Erythrocarpa*** Kindberg 1897.

B. bohemicum Podp. 1901. Norddeutschland: Bei Bärwalde, steril. (Ruthe, als *B. Funkii*). Durch die Blattstruktur erinnert die Pflanze an das *B. Funkii*, jedoch die verlaufenden Blätter, sowie der ganze Habitus deuten sofort das *B. bohemicum* an. Böhmen: Dorfmauer in Hostím bei Beroun, St. Prokopital bei Prag, auf feuchtem Schieferboden bei Lodenice.

B. marginatum Br. eur. certe Podp. 1901. Italien: Modena. Saldini di Secchia presso Sassuolo (1882 A. Fiori). Die Pflanzen besitzen wenig entwickelte Sporogone und geben daher in dieser Beziehung keine Direktion; in den vegetativen Merkmalen stimmen dieselben mit meiner Auffassung des *B. marginatum* überein.

B. rubens Mitten 1856. Fl. Marchica: Marienspring bei Cladow (1890. leg. P. Sydow).

Dem Vorgange Limprichts (II, 401) folgend, habe ich die Varietät *limbatum* Berth. 1883 mit der oben genannten Art identifiziert und diejenigen Formen des *B. erythrocarpum*, welche

einen Blattsaum besitzen, als var. *limbatum* Berth. (mit Synonym *B. rubens* Mitten) bezeichnet. Durch die schönen und sehr instruktiven Exemplare, welche Hr. P. Sydow in der Mark gesammelt hat, bin ich zu der Überzeugung gekommen, daß die genannte Varietät mit *B. rubens* nicht identisch sein kann, sondern, daß das *B. rubens* von *B. erythrocarpum* wenn nicht spezifisch, doch als eine gute Subspezies zu unterscheiden ist. Im Folgenden teile ich die Diagnose der märkischen Exemplare mit:

Rasen locker, jedoch zusammenhängend, bis 1,5 cm hoch, innen ziemlich verwebt, braun, oben grün bis schmutzig-grün. Stengel kurz, mit verlängerten, schlaffen, entfernt beblätterten Ästen, in den Blattachseln mit purpurroten, runden, vielzelligen Brutkörpern. (In dieser Beziehung stimmt es also mit *B. erythrocarpum* überein.) Blätter (auch trocken) schlaff abstehend, weich, die unteren locker gestellt, herablaufend, eilanzettlich (breiter als bei *B. erythrocarpum*), bis 3 mm lang und 0,8 mm breit, noch im oberen Drittel ziemlich breit, zugespitzt, an der Blattspitze gezähnt, am Rande durch 3 Reihen englinearischer Zellen schmal und gelblich gesäumt. Blattzellen bis zur Hälfte rhombisch-sechsseitig, kürzer als *B. erythrocarpum*, dünnwandig, unter der Hälfte in verlängert-rektanguläre übergehend, an der Basis kürzer-rektangulär. Rippe an der Basis rötlichbraun, oben gelbbraun, in einen kurzen Stachel auslaufend. Zweihäusig. Seta rotbraun, intensiv glänzend, bis 3 cm hoch, oben bogenförmig gekrümmt. Kapsel meistens hängend (gewöhnlich parallel mit der Seta), verlängert-zylindrisch, bis 4 mm lang und 0,8 mm breit, schwach gebogen, lederbraun, zuletzt blutrot, im trockenen Zustande unter der Mündung schwach verengt, Hals kurz, von der Länge eines Drittels der Urne, im trockenen Zustande faltig. Deckel groß, hoch gewölbt, lang-zugespitzt, purpurn, intensiv firnisglänzend. Äußeres Peristom breit-gesäumt, bleicher als bei *B. erythrocarpum*, an der Insertion rötlich-angehaucht.

Im ganzen ergibt die Form der Blattzellen, der Kapsel sowie die Art der Ausbildung der Rasen eine Summe von Merkmalen, die uns das *B. rubens* als Subspezies: *B. erythrocarpum* anzusehen erlauben.

B. Velenovskýi Podp. 1901. Harz: Roßtrappe (L. Schiffler). Unt. Harz, auf etwas feuchten, nicht beschatteten Grauwackefelsen bei Sorge, 450 m (VII, 1900, Dr. F. Quelle).

3. Sekt. ***Alpiniformia*** Kindberg 1897.

B. alpinum Huds, 1762 subsp. *meridionale* Schimper 1876. Südtirol: Val die Sole zwischen Fucine und Vermiglio, Tonalit (Holler VIII, 1864). Italien: Am Monte Bosco bei Bormio (Hgft.). Sardinien: St. Barbara (Dr. O. R.).

Subsp. *viride* Husnot 1890. Das meiste Material, welches als *B. Mildeanum* bestimmt wurde, kann ich nur mit der genannten Subspezies identifizieren. So gehören auch die in Bryo-

theca silesiaca Nr. 25 ausgegebenen Exemplare des *B. alpinum* zu dieser Subspezies. Schlesien: Am Nordfuße des Riesengebirges im Tale von Querseiffen von 3000′ an auf Felsen am Wasser und Krummhübel an Wegrändern neben der großen Lomnitz bei 1700′ bis unterhalb Steinseiffen (Dr. J. Milde 1866). Tirol: Grotsch bei Meran an Kanalmauern (Holler, 1864). Auf Moldaufelsen bei Libřice gegenüber Davle südlich von Prag habe ich Formen gefunden, die einen Übergang zu *B. alpinum* subsp. *moldavicum* Podp. darstellen, beziehungsweise uns die Art und Weise, wie das *B. viride* entstanden sein mag, erklären. In der Größe stehen diese Formen, welche ich als var. *schisticola* Podp. an meine Freunde versandt habe, etwa in der Mitte zwischen dem *B. viride* und *B. moldavicum*. Durch Hochwasser wurden die Rasen von Sand vertragen, und aus den Achseln der Blätter wachsen dann kleine, grüne, leicht sich abtrennende Ästchen, welche einer, schon das *B. viride* darstellenden Generation Ursprung gegeben haben. Einen rückbildenden Gang *B. moldavicum-viride* habe ich dennoch nicht beobachtet. Trotzdem macht das *B. viride* auf denjenigen Lokalitäten, wo es allein vorkommt, den Eindruck einer selbständigen Art, welche an das *B. alpinum* recht wenig erinnert und mehr das *B. Mildeanum* andeutet.

Eine andere biologische Form, welche auch eine Anpassung an die periodische Überschwemmung darstellt und als f. *inundata* des *B. alpinum* subsp. *moldavicum* Podp. zu betrachten ist, wächst auf Uferfelsen der Moldau gegenüber Lib ice. Die Rasen dieser Form sind locker zusammenhängend, leicht zerfallend, dunkelgrün, die heurigen Innovationen sind reich verästelt, mit trocken abstehenden, hohlen, breit eiförmigen, schmal umgebogenen, meist in der Spitze flachen Blättern.

B. gemmiparum De Not. 1866. Sardinien: An einem Bache zwischen Maddalena und St. Barbara bei Cagliari (O. Reinhardt).

B. Reinhardti Podp.

Rasen ziemlich dicht zusammenhängend, am Grunde durch braunen warzigen Wurzelfilz verwebt und mit Erde durchsetzt, höchstens 1.5 cm hoch, außen gelbbraun, meist mit einem Kupferanfluge, welcher oft ins Rötliche übergeht, seidenglänzend, nie hellgrün, die jungen Sprossen gleichfarbig. Stengel aufrecht, ziemlich gleichmäßig beblättert, mit 2—3 entwickelten Innovationen und zahlreichen, kleinen Bulbillen in den Blattachseln. Blätter wenig angepreßt, dachziegelig, oben eine lockere Knospe bildend, aufrecht abstehend, im feuchten Zustande die Knospe öffnend, nicht herablaufend, ei-lanzettlich bis länglich-elliptisch, sehr hohl, 2,5 mm lang und 0,6 mm breit, gegen die stumpfe Spitze gerade verschmälert, ganzrandig. Ränder bis zur Spitze umgerollt. Rippe sehr kräftig, ziemlich gleichbreit, gelbbräunlich bis gelbrötlich, mit der Spitze endend oder vor derselben verschwindend. Blattzellen stark verdickt.

in der Spitze rhombisch, weiter verlängert rhombisch-sechsseitig, gegen den Rand deutlich schmäler und einen 5—6reihigen, gelben Saum bildend, erst in der 6.—8. Reihe oberhalb der grünen bis braunen Insertion in kurz rektanguläre und weiter unten quadratische Blattzellen übergehend. In den Blattröhrchen eine Gruppe von aufgeblasenen, quadratischen Eckzellen. — Zweihäusig. Seta 3 cm hoch, tief braunrot, glänzend, oben im breiten Bogen schwanenhalsartig in die Kapsel übergehend. Kapsel hängend, Hals sehr allmählich aus dem noch auf der Kapselseite bleibenden Setateile sich ausbreitend, die Hälfte der ganzen Kapsel einnehmend, tief runzelig; Kapsel länglich-birnförmig, rotbraun, gegen die Mündung zu wenig verengt, nicht eingeschnürt, Deckel kegelförmig, kurz zugespitzt, lichter gefärbt, intensiv glänzend. Ring sehr breit, spiralig sich abrollend. Zähne des äußeren Peristoms braun bis braungelb, trocken mit eingebogenen, hyalinen Spitzen, papillös gesäumt, mit zahlreichen, dicht gestellten Lamellen. Inneres Peristom gelb, sehr zerbrechlich, Grundhaut bis über die Hälfte der Zähne. Fortsätze gefenstert. Wimpern (2—3) mit Anhängseln.

Sardinien: St. Barbara (Dr. O. Reinhardt).

Eine höchst eigentümliche neue Art, welche die Zahl der schönen, bereits bekannten Mitglieder der *alpinum*-Gruppe ergänzt. Unsere Art hat ihre nächsten Verwandten im *B. gemmiparum* De Not., welches ebenso im Mediterrangebiete vorkommt. Als beste Unterschiede erwähne ich die Farbe der Rasen, die Form der Blätter, welche gerade in eine fast zungenförmige Spitze verschmälert sind, während sie sich bei *B. gemmiparum* parabolisch verschmälern, dann die stark verdickten Zellwände der Blattzellen, insbesondere aber die in dieser Gruppe extreme Ausbildung des schwanenhalsartigen Überganges der Seta in den Hals.

4. Sekt. *Apalodictyon* C. Müller.

B. murale Wils. 1869. Böhmen: Dorfmauer (Kalkstein) in Sedlec bei Lodenice; Stützmauer oberhalb der Moldauufer bei Libšice, steril; Kalkmauer im Dorfe Radotín bei Prag.

B. Aschersonii Podp.

Rasen locker, wenig zusammenhängend, niedrig, 0,5 cm hoch, schmutzig-braungrün, kaum glänzend, am Grunde mit braunen, papillösen Wurzelhaaren. Stengel kurz, mit zahlreichen, fast kätzchenförmigen Ästen. Blätter im trockenen Zustande locker angedrückt, feucht aufrecht abstehend, nicht herablaufend, mit austretender Rippe. Blätter der sterilen Sprossen lanzettlich bis eilanzettlich, Ränder der Länge nach schmal umgerollt, durch 2—3 Reihen schmal-linearer Zellen gelbbräunlich gesäumt. Blattzellen oben verlängert-rhombisch-sechsseitig, dünnwandig, bis verlängert rhomboidisch, unter

der Mitte kürzer und rhomboidisch, oberhalb der Insertion rektangulär, den Ecken zu quadratisch. Stengelblätter schlaff, lineallanzettlich, lang zugespitzt, trocken stark verbogen, längs deutlich umgerollt, in der lang ausgezogenen Spitze meistens flach, Blattzellen verlängert-rhombisch bis verlängert-sechsseitig, dünnwandig, der Basis zu rektangulär, in den Ecken eine Gruppe quadratischer aufgeblasener Zellen. Rippe kräftig, unten rotbraun, weiter braun, in einen langen Stachel auslaufend. — Zweihäusig. Seta bis 4 cm hoch, glänzend, geschlängelt, oben in kurzem und engem Bogen gekrümmt. Kapsel hängend, regelmäßig, 3,5 mm lang und 1,2 mm breit, mit dem verschmälerten, schwach gebogenen Halse (kaum $^1/_3$ der ganzen Kapsel), kurz verkehrt-ei-birnförmig, weitmündig, dunkel rotbraun, unter der Mündung nicht eingeschnürt, Deckel groß, gewölbt, kegelförmig, mit kaum deutlicher Zitze, glänzend braunrot. Peristomzähne bräunlich, gesäumt, oben fein und lang zugespitzt, mit zahlreichen, dicht gereihten (bis 35) Lamellen: inneres Peristom sehr leicht mit dem Sporensacke sich ablösend, Grundhaut hyalin, Fortsätze gefenstert, Wimpern (3) mit ziemlich langen Anhängseln, die Fortsätze zart und sehr zerbrechlich. (Die Wimpern mit Anhängseln konnte ich nur an bedeckelten Exemplaren konstatieren; sonst ist bei den meisten Kapseln der großen Zerbrechlichkeit wegen vom inneren Peristom nur die Grundhaut geblieben.) Zellen des Exotheciums dickwandig, um die tief-braunrote Mündung 4 Reihen querbreiter Zellen.

Sardinien: Inter Gennamari et Ingortosu (leg. Dr. P. Ascherson et Dr. O. Reinhardt 9./6. 1863.)

Die Art stellt uns ein riesiges *B. atropurpureum* dar, in dem sie, was die Dimensionen anbelangt, das genannte *Bryum* dreifach überragt. Die Verästelung des Stengels entspricht vollständig dem *B. atropurpureum*, die Blattstruktur jedoch ist eine absolut verschiedene, indem sie mehr auf das *B. erythrocarpum* hindeutet. Die lockeren, dünnwandigen Blattzellen, gesäumten und umgeschlagenen Blattränder sind sehr charakteristisch. Was die Kapsel anbelangt, so stellt sie uns die um das Dreifache vergrößerte Kapsel des *B. arenarium* Juratzka dar.

5. Sekt. ***Caespitibryum*** Podp. 1901.

B. affine Bruch. Norddeutschland: Charlottenburg, sumpfige Wiesen (Lucas); Böhmen: Silurkalkfelsen bei Tetín (Podp.); eine Form mit gezähnter Blattspitze.

Eine kritische Art, welche in der Größe etwa zwischen *B. cirratum* und *B. bimum* sich befindet, von ersterem sich jedoch durch die verlaufenden Blätter, vom zweiten durch die größeren und schmäleren und länger zugespitzten Blätter sich unterscheidet. Die Blattstruktur erinnert mehr an das *B. cirratum*. Die Kapselform, wie schon Arnell darauf hingewiesen hat, ist

sehr variabel, jedoch kann immer die breite Mündung sowie der breite Deckel wahrgenommen werden. Auch die Ausbildung des verlaufenden Blatteiles ist bei den meisten dieser Gruppe eine verschiedene. So zeigen die Bruchschen Originale sowie die meisten böhmischen Exemplare Blätter, welcher minder deutlich verlaufen als die Individuen von Charlottenburg.

B. cirratum H. et H. 1819. var. *major* Ruthe in schedis. Pflanze robust. Seta bis 6 cm hoch. Radotín bei Prag in einem verlassenen Mühlgraben. Die Pflanze stimmt mit Ruthes Originalexemplaren dieser Form (Pommern: Swinemünde, am sandigen Swineufer) gut überein.

B. cirratum H. et H. f. *acutioperculata* Podp. Deckel plötzlich in eine scharfe und lange Spitze verschmälert. Schlesien: Breslau, Ausstiche bei Rotkretscham (Uechtritz 1862, II.)

6. Sekt. *Trichophora* Kindberg 1897.

B. capillare L. 1784 var. *meridionale* Schimper 1856. Sardinien: Um St. Barbara mehrfach (O. R.), Orsi (Schweinfurth);

var. *cenomanicum* Podp. 1901. Böhmen: Cenomanquadern nächst Budislav bei Leitomyšl (Podp.);

var. *platyloma* Schimper 1876. Italien: Vallombrosa bei Florenz (O. R.); auf den Mauern zu Sassuolo Prov. Modena (A. Mori). Schweiz: Egg in Schwyz (P. Culmann).

B. Donianum Grev. 1828. Sardinien: Oliena (O. R.).

Der großen Anzahl der Proben nach sehr häufig.

var. ***longipilum*** Podp. Rippe kräftig in einen bis 1/3 der Lamina langen Stachel auslaufend.

Sardinien: Oliena (O. R.).

B. Sydowii Podp.

Rasen dicht, fest zusammenhängend, ziemlich hart, 2—3 cm hoch, gewölbt, schmutzig braungrün, innen rotbraun. Stengel mit ♂ Blüten tragenden Ästen und oben angehäuften Schopfblättern, unten wenig beblättert, durch rostbraunen Filz umwunden. Blätter trocken etwas verbogen, feucht aufrecht, die Knospe zusammenschließend, sehr hohl, spatelförmig bis breit verkehrt eiförmig, Lamina bis 2,5—3 mm lang und 0,8—1 mm breit, gegen die Spitze zu sowie gegen die Insertion bogenförmig verschmälert, zugespitzt, in eine lange, etwas zurückgebogene, haarähnliche Spitze vorgezogen, am Rande durch 3—6 Reihen dickwandiger Zellen gelbbräunlich gesäumt, nur unter der Hälfte zurückgebogen, oben flach, in der Spitze schwach gezähnt. Rippe im Alter bräunlich, auslaufend, an der Spitze etwas gezähnt. Blattzellen oben rhombisch sechsseitig, bis unregelmäßig polyëdrisch, dickwandig, in der Mitte in rektanguläre, oberhalb der Insertion in verlängert-rektanguläre, dünnwandige Zellen übergehend.

Autöcisch. ♂ Blüten endständig, auf eigenen Innovationen. Seta 2 cm hoch, rot, matt glänzend, verbogen, oben in weitem Bogen gekrümmt. Kapsel horizontal bis nickend, bedeckelt 4,5 mm lang, aus fast gleichlangem, geradem Halse länglich-zylindrisch, rötlich braun, trocken mit längsfaltigem Halse, unter der Mündung kaum verengt. Deckel gewölbt, mit deutlicher Zitze, kastanienbraun, glänzend. Zähne des äußeren Peristoms schmal, unten gelbbraun, in eine lange, feine, hyaline Spitze ausgezogen, mit 25—27 Lamellen. Inneres Peristom blaßgelblich. Grundhaut bis 1/2 der Zähne, Fortsätze breit und gefenstert, Wimpern mit langen, zerbrechlichen Anhängseln (es bleiben manchmal nur knotig verdickte Stellen übrig.).

Sardinien: Gennargentu (O. R.).

Ein autöcisches *Bryum Donianum*, welches nebstdem durch feste, dichte Rasen, breite Blätter, sowie durch die Kleinheit sich unterscheidet. Das *B. Sydowii* ist bedeutend (um 1/3) kleiner als die normalen Exemplare des *B. Donianum* und stellt uns dadurch eine zarte, autöcische Form der *capillare*-Gruppe dar. Autöcisch ist zwar auch das *B. fuscescens*, welches aber, abgesehen von der Stattlichkeit (wodurch es mehr dem *B. torquescens* ähnelt), durch eine ganz abweichende Ausbildung der männlichen Blüten, welche armblättrige, sitzende Knospen neben den weiblichen Blüten darstellen, sich unterscheidet. In der Ausbildung der Rasen, in den knospenförmig beendeten Stengeln und Ästen zeigt *B. Sydowii* große Ähnlichkeit mit *B. pallescens*.

B. torquescens Br. eur. 1839. Italien: Boschia a Montese bei Modena (Fiori). Sardinien: St. Barbara (R. R.), Spanien: Castell de Fels près Barcelone. Dans les sables du litoral (Don de K. Trémols). Corfu: Mauer des königlichen Gartens (Sydow).

B. fuscescens Spruce 1850. Italien (ohne besondere Standortsangabe) „überall, zumal in Olivenwäldern". (L. Rabenhorst 1847). Die ♂ Blüten bilden einige Knospen am Grunde der ♀ Stämmchen. Die Art schließt sich als monöcische Form an das *B. torquescens* an.

7. Sekt. *Argyrobryum* Limpricht 1895.

B. Funkii Schwägr. 1816 var. *tenue* Boul. Böhmen: feuchte Silurkalkfelsen bei Radotín, südlich von Prag (Podp.).

B. Funkii Schw. Böhmen: Auf einer Sandsteinterrasse unter der Straßenbrücke gegenüber Zábědov bei Neu-Bydžow in reichen Rasen; St. Prokopital bei Prag.

B. argenteum L. 1753. var. ***lusaticum*** Podp.

In zierlichen, silberweißen, ziemlich zusammenhängenden, im Entgegenhalten zur typischen Pflanze zwei- bis dreimal kleineren, nur 2 mm hohen Polstern. Pflänzchen das Substrat dicht bewachend, wenig verzweigt, meist einfach, oben silberweiß, innen rötlich-braun. Blätter sehr klein, dem Stengel dicht anliegend, 0,4 mm lang und 0,3 mm breit, an der Basis bis weit hinauf schön karminrot gefärbt. Blattzellen an der Basis bis oberhalb des Drittels rektangulär, an der Insertion quadratisch, weiter

rhombisch-sechsseitig, gegen die Spitze sehr wenig verlängert, die basalen chlorophyllreich. Längs des Randes verläuft fast bis zur Spitze eine Reihe von länger rektangulären Zellen. Rippe bis $^2/_3$ reichend, wenig sich von dem Blattgewebe abhebend, im Querschnitte mit 2 Bauchzellen, 4 Rückenzellen und einem spärlichem Füllgewebe. Seta haarförmig, 4—5 mm hoch, Kapsel klein, 8 mm lang und 2—3 mm breit, rotbraun, mit länger zugespitztem Deckel, Zahnfelder des äußeren Peristoms sehr breit, die Zähne höchstens mit 18 weit entfernten Lamellen.

Oberlausitz: Muskau, auf einem Fußwege im Park (X. 1902. leg. P. Sydow).

Ein *B. argenteum* en miniature. Obzwar ich schon Hunderte von Exemplaren dieser Art gesehen habe, ist mir doch noch niemals früher eine so niedliche Pflanze vorgekommen, wie unsere Varietät. Mehr als eine Varietät ist das *B. lusaticum* schwer aufzufassen. Die sämtlichen in Betracht kommenden Merkmale sind nur durch die zwergartige Kleinheit zu erklären.

B. argenteum L. var. ***percurrens*** Podp. Rippe die ganze Lamina durchlaufend, als langes, farbloses Haar austretend. Die Rippe ist entweder in der oberen Hälfte braungelblich oder vollständig farblos, läßt sich jedoch immer bis in das Haar verfolgen.

Böhmen: Auf warmer Mauer oberhalb der Moldau gegenüber Libšice nördlich von Prag. (Podp.).

Das Merkmal, auf welches diese Varietät begründet erscheint, ist zwar für die ganze Verwandtschaft maßgebend; die genannte Varietät scheint mir jedoch, da sie in anderen Merkmalen mit den typischen Exemplaren gut übereinstimmt, nur eine äußerst xerophile Anpassung zu sein.

Systematisch-anatomische Untersuchungen des Blattes bei der Gattung Acer mit besondererer Berücksichtigung der Milchsaftelemente.

Von

Georg Warsow

aus Strasburg U.-M.

Mit vier Abbildungen im Text.

Einleitung.

Nachdem sich eine große Anzahl namhafter Systematiker, darunter C. Koch, Spach und Maximowicz, eingehend mit der Gattung *Acer* (incl. *Negundo)* und ihrer systematischen Gliederung befaßt hatten, fand dieselbe ihren ausgezeichneten Monographen in Pax, welcher die wertvollen Ergebnisse seiner langjährigen monographischen Studien zuerst in Englers Botanischen Jahrbüchern. Bd. VI. 1885. und VII. 1886. und ganz neuerdings in dem von Engler redigierten Pflanzenreich (Lieferung unter 8. Heft, IV, 163. *Aceraceae*, 1902) niedergelegt hat. Zur Abgrenzung der Sektionen und Arten von *Acer* hat Pax nur die exomorphen Merkmale verwertet. Da nun nach den Beobachtungen verschiedener Forscher bei einzelnen Arten von *Acer* auch sehr interessante anatomische Verhältnisse bereits konstatiert sind (s. hierüber die Zusammenfassung und das Literaturverzeichnis [1]) in Solereder, Syst. Anat. p. 270—273), wie z. B. das Auftreten von Milchsaftzellen, charakteristischen Deck- und Drüsenhaaren, Verschleimung und Papillenbildung der Epidermis usw., erschien eine systematisch-anatomische Untersuchung des Laubblattes bei der Gattung *Acer* höchst wünschenswert, um das Paxsche System auch in dieser Hinsicht zu prüfen und zu stützen, und wurde mir die Aufgabe zuteil, die bezügliche Arbeit auszuführen, deren Ergebnisse ich in der vorliegenden Abhandlung mitteile.

Dieselben sind in jeder Hinsicht befriedigende. Wie ich gleich näher auseinandersetzen werde, sind gute Art- wie Sek-

[1]) Aus der neuesten anatomischen Literatur zitiere ich hier noch die folgenden Arbeiten:

Haemmerle, *Acer Pseudoplatanus*, (Bibliotheca botanica. Heft 50. 1900. 101 pp.)

Petersen, *Vedanatomi*, 1901, p. 47.

Pax in Englers Pflanzenreich, l. c. p. 2.

tionsmerkmale vorhanden. In einigen Fällen haben sich die anatomischen Charaktere zur Prüfung bezw. Verbesserung des Systems verwerten lassen. Und schließlich werden bei Bestimmung sterilen Materials die Diagnosen der Blattstruktur bei den einzelnen Arten, zumal wenn die exomorphe Beschaffenheit der Blätter mitberücksichtigt wird, von besonderem Werte sein.

Zur Untersuchung gelangten 85 Arten. Leider war es mir nicht möglich, alle bekannten Arten (nach Pax an Zahl 111) zur Untersuchung heranzuziehen, da meine wiederholten Bitten um Überlassung kleiner Bruchstücke der fehlenden Arten bei den Leitern der botanischen Museen in Kew und Petersburg nicht Gehör fanden; umsomehr fühle ich mich verpflichtet, allen Herren, die mich mit Material gütigst unterstützt haben, hierfür meinen ergebensten Dank auszusprechen. Das Material untersuchte ich, soweit es unserer Flora angehört oder mir im botanischen Garten zur Verfügung stand, im lebenden Zustande. Das Herbarmaterial erhielt ich zum größten Teil aus dem botanischen Museum in München durch dessen Konservator, Herrn Prof. Radlkofer, weiter aus dem botanischen Museum in Berlin durch Herrn Geheimrat Engler, aus dem Museum d'histoire naturelle von Paris durch Herrn Poisson und schließlich von Herrn Graf von Schwerin-Deutsch Wilmersdorf —, der sich im letzten Jahrzehnt besonders um die Kenntnis und Kultur der Ahorne[1]) große Verdienste erworben hat. Ferner wurde auch das Herbarmaterial des hiesigen Instituts zur Untersuchung herangezogen.

Ich gehe nun zu einer genaueren Übersicht der Resultate meiner Arbeit über.

Gemeinsame, allen Arten zukommende und für die Gattung bezw. Familie charakteristische anatomische Merkmale gibt es nur wenige. Dahin gehören vor allem: das „Durchgehen" der kleineren Seitennerven mit mechanischem Gewebe bis zu den beiderseitigen Epidermisplatten, und das Fehlen besonderer Spaltöffnungsapparate, indem die regellos verteilten Schließzellenpaare von einer größeren Zahl gewöhnlicher Epidermiszellen umstellt sind; weiter, wenn man von einigen wenigen Arten als Ausnahmen absieht: Der geschlossene Sklerenchymring, der die Leitbündelsysteme der größeren Nerven umschließt, und der Mangel der Spaltöffnungen auf der Blattoberseite.

Ferner finden sich für die meisten von Pax aufgestellten Sektionen anatomische Charaktere, welche den sämtlichen Arten der betreffenden Verwandtschaftskreise mit einigen Ausnahmen, die in einem besonderen Artikel rücksichtlich ihrer systematischen Stellung eine kritische Besprechung finden werden, zukommen. Diese Tatsache liefert uns den Beweis dafür, daß die *Acer*-Arten ihre geerbten anatomischen Charaktere nicht so leicht aufgeben, daß im allgemeinen die von Pax aufgestellte Monographie den

[1]) Fritz Graf von Schwerin, Über Einführung und Akklimatisation ausländischer Ahornarten 1900.

natürlichen Verhältnissen entspricht, und daß wir bei der Beurteilung verwandtschaftlicher Beziehungen sonach sehr wohl berechtigt sind, großen Wert auf die anatomischen Befunde und etwa vorkommende Differenzen derselben innerhalb einer Verwandtschaftsgruppe zu legen. Schließlich konnte ich aber auch anatomische Merkmale feststellen, welche für bestimmte Arten charakteristisch und geeignet sind, Arten derselben Sektion auf anatomischem Wege zu unterscheiden.

Die von mir zur Charakterisierung der Sektionen und Arten herangezogenen anatomischen Merkmale sind in phylogenetischer Hinsicht verschiedenwertig. Es finden sich sowohl Organisations- als auch Adaptionsmerkmale oder biologische Merkmale. Bemerkenswert ist nun, daß die letzteren, wie z. B. die Papillenbildung, das Vorkommen verschleimter Epidermiszellinnenwände und die Mesophyllentwicklung bei den *Aceraceen* zum Teil auch für größere Verwandtschaftsgruppen, nämlich Sektionen, charakteristisch sind. Es erklärt sich dies daraus, daß die in Betracht kommenden Merkmale zum größten Teil Schutzeinrichtungen gegen zu starke Transpiration sind, wie sie in warmen Klimaten oder durch austrocknende Winde hervorgerufen werden, zwei Verhältnisse, denen die *Acer*-Arten infolge ihrer geographischen Verbreitung und ihrer Eigenschaft als Höhen- bezw. Bergbewohner ausgesetzt sind. Wenn von sämtlichen Verwandtschaftsgruppen sich vor allem die Repräsentanten der Sektion I *Spicata* durch relativ wenig einheitliche anatomische Strukturverhältnisse auszeichnen, so ist dies zweifellos darauf zurückzuführen, daß dieser Verwandtschaftskreis bei weitem das größte Areal einnimmt, wodurch die einzelnen Vertreter desselben den verschiedensten äußeren Faktoren ausgesetzt sind.

Endlich möchte ich an dieser Stelle noch ganz besonders auf die Sekretzellen der *Aceraceen* aufmerksam machen, mit denen ich mich eingehend beschäftigt habe, und die ich im allgemeinen Teil ausführlich behandeln werde. Nur soviel will ich hier gleich anführen, daß zweifelsohne sämtliche *Acer*-Arten diese Sekretbehälter im Baste der Blattnerven und wohl auch allgemein der Achsenteile besitzen, ferner, daß die Sekretzellen durch ihr weites Lumen sich auszeichnen, aber nur bei einem Teile der Arten typischen Milchsaft führen, während sonst nur milchsaftähnliches Sekret vorhanden ist. Letzteres unterscheide ich je nach seinem Verhalten Fixierungsmitteln gegenüber in zwei Kategorien, die vielleicht als die Vorstufen des typischen Milchsaftes anzusehen sind.

Vorliegende Arbeit gliedert sich in einen allgemeinen Teil, in welchem ein Überblick über die anatomischen Verhältnisse gegeben wird, und in einen speziellen Teil, der die anatomische Charakteristik der Arten enthält. Zwischen beide Teile ist eine tabellarische Übersicht über die wichtigsten Strukturverhältnisse bei den von mir untersuchten Arten eingeschoben. Bezüglich der Reihenfolge der einzelnen Arten halte ich mich an die von

Pax zuletzt gegebene systematische Einteilung, und werde ich jeder Sektion in knapper Form ihre anatomischen Hauptcharakteristika voranschicken.

Die Arbeit wurde im botanischen Institut der Königlichen Universität Erlangen ausgeführt. Ich möchte nicht verfehlen, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. H. Solereder, sowohl für die Anregung zu vorliegender Arbeit, als auch für die Unterstützung bei Ausführung derselben meinen tief gefühlten Dank auszusprechen.

Allgemeiner Teil.

Wollte ich auf eine Besprechung der geographischen Verbreitung und der exomorphen Blattverhältnisse eingehen, so wäre dies lediglich eine Wiederholung von dem, was Pax in Englers Botan. Jahrb. VI. 1885. p. 287—374 bezw. VII. 1886. p. 177—263 und in dem Pflanzenreich darüber gesagt hat. Ich glaube daher, indem ich auf diese wertvollen, nach dieser Richtung hin erschöpfenden, Arbeiten, hinweise, davon absehen zu dürfen. Ich wende mich deshalb gleich meiner Hauptaufgabe, der Darstellung der anatomischen Verhältnisse des Blattes, zu und behandle der Reihe nach die Epidermis mit den Spaltöffnungen und den Trichomen, das Mesophyll, die Nervenstruktur und schließlich die Kristall- und Sekretverhältnisse.

Epidermis.

Die Epidermiszellen zeigen in der Flächenansicht ober- sowie unterseits meist geradlinige oder mehr oder weniger gebogene, hin und wieder auch zackige Seitenränder, und zwar wechselt diese Ausbildung oft auf beiden Seiten desselben Blattes. Die Umgrenzung der Zellen erscheint mehr oder weniger polygonal bezw. unduliert. Wenn auch die Epidermiszellen in der Flächenansicht meist nicht typisch polygonal sind, d. h. gleiche Durchmesser besitzen, so ist doch eine ausgesprochene Streckung der Zellen in einer Richtung nicht vorhanden; höchstens über den größeren Nerven findet man bisweilen eine schwache Streckung, wobei der Längsdurchmesser mit der Richtung der Leitbündel zusammenfällt, wie auch hier häufig die Tendenz besteht, weniger gebogene Seitenwände zu bilden. Was die Größe der Epidermiszellen in der Flächenansicht betrifft, so ist zu bemerken, daß dieselben oberseits stets größer als unterseits sind, und zwar sich im allgemeinen wie 2 : 1 verhalten. Es erscheint mir daher zweckmäßig, im speziellen Teil die Größen der Epidermiszellen nur im relativen Verhältnis anzugeben, sodaß also ober- und unterseitige Epidermiszellen, deren Größe im Verhältnis von 2 : 1 stehen, mit ein und demselben Ausdruck, wie z. B. groß

oder klein belegt werden. Der Durchmesser beträgt im Durchschnitt in der Flächenansicht oberseits 43,65 μ und unterseits 31 μ. Während bei den meisten Arten die Größe und Form der Epidermiszellen für die Spezies konstant ist, habe ich bei einigen wenigen Arten nach zwei Richtungen hin Abweichungen gefunden. Teils habe ich bei Arten, die große, oberseitige, mit in der Flächenansicht gebogenen Seidenrändern begrenzte Epidermiszellen besitzen, beobachtet, daß diese hin und wieder durch je eine dünnere, in der Flächenansicht geradlinige Vertikalwand geteilt sind; teils habe ich besonders bei den Vertretern der Sektion II *Palmata* eine unterseitige Epidermis angetroffen, welche sich aus kleinen und großen meist sehr unregelmäßig gestalteten Zellen zusammensetzt. Diese sind dadurch noch höchst charakteristisch, daß die kleinen Zellen in der Flächenansicht meist gebogene Seitenränder und annähernd gleich große Durchmesser besitzen, während die großen Zellen langgestreckt und ziemlich schmal sind, ferner häufig zu mehreren zusammenliegen und mit ihren meist geraden Längswänden aneinander stoßen. Für die große Mehrheit der Arten ist die tafelförmige Gestalt der Epidermiszelle die Regel, d. h. der Höhendurchmesser ist viel kleiner als der Breitendurchmesser; nur bei sehr wenigen Arten sind hohe Zellen vorhanden. Die Dicke der Zellwände ist im allgemeinen eine gewöhnliche; bisweilen jedoch kommen Arten vor, deren Epidermiszellen mehr oder weniger dickwandig sind. Diese Verdickungen sind entweder allseitig oder erstrecken sich nur auf die Außenwände, seltener auch auf die Seitenwände, und zwar derart, daß die Zellwände auf dem Querschnitt U förmig verdickt erscheinen. Bei einigen wenigen Arten sind die stark verdickten Epidermisaußenwände in ihrer ganzen Dicke kutikularisiert und dann gelb gefärbt. Nur bei einer Art, nämlich *A. Hookeri*, kommen unregelmäßige Verdickungen der oberen Epidermisaußenwände vor, die schwach warzen- bis wallartig erscheinen. Ziemlich belanglos in systematischer Hinsicht sind die Tüpfelverhältnisse der Seitenwände; sie kommen bald schwach bald deutlich zum Ausdruck. Die Dicke der Kutikula ist meist auch eine gewöhnliche, nur hin und wieder fällt sie durch ihre stärkere Ausbildung auf. Dagegen zeichnet sie sich meist durch eine mehr oder weniger starke Faltung aus, die in der Flächenansicht alle Stadien von Strichelung bis starker Streifung, die teils zusammenhängend, teils unterbrochen ist, umfaßt. Relativ selten ist die Kutikula glatt, noch seltener fein gekörnelt. Alle diese angeführten Strukturverhältnisse der Kutikula beziehen sich nur auf die oberseitige Epidermis, während die auf der Unterseite der Blätter befindliche Kutikula glatt ist, mit Ausnahme von fast allen Arten der beiden Sektionen *Indivisa* und *Macrantha*. Bei diesen ist die unterseitige Kutikula schwach bis stark gestreift und dadurch höchst charakteristisch, daß die Kutikularfalten von den einzelnen Spaltöffnungen meist strahlenförmig ausgehen und sich, immer schwächer werdend, allmählich verlieren; seltener umgeben sie die Stomata mehr oder we-

niger deutlich kreisförmig. Bei bestimmten Arten ist die Kutikula mit einer mehr oder weniger dicken Wachsschicht, welche der Blattfläche ein weißes bis graues Aussehen verleiht, bedeckt. Anzuführen ist schließlich noch, daß bisweilen die der Blattoberseite angehörende Kutikula leistenförmig zwischen die Seitenwände einspringt.

Wie ich schon in der Einleitung erwähnt habe, ist papillöse Entwicklung der Außenwände der Epidermiszellen eine ziemlich verbreitete Erscheinung und kann mit Vorteil als Sektionscharakteristikum, und zwar für die Sektionen *Trifoliata*, *Rubra*, *Glabra* und *Saccharina* herangezogen worden, ist aber auf kein bestimmtes Florengebiet beschränkt. Von schwachen Vorwölbungen der Außenwände bis zu stark entwickelten Papillen kommen alle Übergänge vor, doch treten typische Papillen nur auf der unteren Blattfläche, welche die Stomata enthalten, auf, was mit ihrem biologischen Wert, die Transpiration herabzusetzen, im Zusammenhang steht. Die Außenwände der oberen Epidermiszellen liegen meist in einer Ebene, bisweilen jedoch kommt eine schwache Emporwölbung derselben vor.

Was die Größe und Form der Papillen betrifft, so ist darüber zu bemerken, daß sie für ein und dieselbe Art relativ konstant sind; nur über den kleineren Nerven und in der Umgrenzung der Spaltöffnungen ist bei ihnen bisweilen eine etwas stärkere Ausbildung als an anderen Teilen des Blattes zu beobachten. Die Papillen sind teils halbkugelig bis stumpf kegelförmig, teils flaschenförmig oder zitzenartig, hin und wieder auch an der Spitze plattgedrückt oder etwas eingesenkt, wodurch sie mehr oder weniger deutlich zweilappig erscheinen. Sie entstehen in der Weise, daß sich die Außenwände der Epidermiszellen ihrer ganzen Länge nach vorwölben, sodaß das Lumen dieser Zellen an der Bildung der Papillen in erheblichem Maße beteiligt ist. Niemals findet durch eine starke Verdickung der betreffenden Zellwände eine massive Papillenentwicklung statt; auch gehört jede Papille einer Epidermiszelle an, nur mit Ausnahme von *A. niveum*, bei welchem meist mehrere Epidermiszellen an der Bildung einer papillenartigen Vorwölbung der Außenwände teilnehmen. Die stärksten Papillen kommen bei vielen Repräsentanten der Sektion I *Spicata* vor. In dieser Sektion finden wir hier häufig, daß die längeren oft umgebogen, sich mehr oder weniger gegenseitig berühren und bisweilen an der Basis miteinander verwachsen sind, während die weniger kräftig entwickelten stets gerade und isoliert stehen. Weiter erfüllen hier häufig die Papillen in ganz hervorragender Weise ihren biologischen Zweck, indem sie um die Stomata herum dichter aneinander schließen und über den Schließzellenpaaren zusammenneigen, wodurch sozusagen eine äußere Atemhöhle, die zur Transpirationsherabsetzung äußerst geeignet ist, geschaffen wird. Hervorheben möchte ich noch, daß sich das Vorhandensein von Papillen schon makroskopisch durch ein mattes, weißlichgraues Aussehen der Blattfläche zu erkennen gibt.

Was die Innenwände der Epidermiszellen anlangt, so ist eine Verschleimung derselben sehr verbreitet. Vornehmlich ist diese bei den oberseitigen, seltener in den beiderseitigen, niemals aber ausschließlich in den unterseitigen Epidermiszellen vorhanden. Diese verschiedenartigen Verhältnisse sind im großen und ganzen für die einzelnen Verwandtschaftsgruppen charakteristisch, doch kommen in den artenreichen Sektionen, wie z. B. bei *Spicata*, alle drei Verhältnisse nebeneinander vor, was auch vielleicht auf die große geographische Verbreitung der Repräsentanten dieser Sektion und damit auch auf die große Verschiedenheit der äußeren Lebensbedingungen, denen die einzelnen Arten ausgesetzt sind, in Einklang zu bringen ist. Zum Nachweis der Epidermiszellen mit verschleimten Innenmembranen ist bei der Gattung *Acer* eine sorgfältige Untersuchung notwendig; denn es finden sich Arten, welche das genannte anatomische Merkmal nicht besitzen, aber doch bei der bekannten Tuschreaktion eine schleimige Substanz aus dem Lumen der Epidermiszellen hervortreten lassen, die die Tuschlösung verdrängt und von dem weniger Geübten als die charakteristische Reaktion für verschleimte Innenmembranen angesehen wird. Eine derartige schleimige Substanz kommt nach meinen Untersuchungen in den Epidermiszellen sämtlicher *Aceraceen* vor. Man hat daher vor allem auf das Zellulosehäutchen zu achten, welches auf Blattquerschnitten die verschleimte Innenmembran vom Lumen abgrenzt, und im Falle, daß diese an die Außenwand angedrückt ist, an Alkoholschnitten die Verschleimung durch langsames Aufquellen mit Wasser nachzuweisen.

Nur bei *A. villosum* kommen auf der unterseitigen Epidermis Zellen vor, die als besondere Idioblasten anzusehen sind, da sie einen gerbstoffartigen Inhalt, der im trockenen Blatt gelbbraun erscheint und mit Eisenchloridlösung behandelt schwarz wird, besitzen. Bezüglich der Strukturverhältnisse der Idioblasten verweise ich auf das bei *A. villosum* im speziellen Teil Gesagte. Erwähnen möchte ich hier gleich noch, daß bei den Arten *A. erianthum* und *A. oblongum* in den unteren Epidermiszellen bisweilen kleinere Einzelkristalle vorkommen. Bei einzelnen Arten habe ich hin und wieder verkieselte Epidermiszellen angetroffen, doch habe ich auf dieses Verhältnis, da es für die betreffende Art infolge der verschiedenen Bodenverhältnisse nicht konstant sein wird, im speziellen Teil nicht weiter Rücksicht genommen. Hypoderm fehlt bei den *Aceraceen*.

Spaltöffnungen.

An die Epidermis anschließend, will ich mich jetzt der Besprechung der Spaltöffnungen zuwenden. Wie ich schon in der Einleitung bemerkt habe, sind diese bei sämtlichen Arten gewöhnlich in zahlreicher Menge auf der Unterseite der Blätter vorhanden und stets regellos angeordnet. Nur bei sehr wenigen Arten kommen hin und wieder auch oberseits in der Nähe der

größeren Nerven meist etwas größere Spaltöffnungen vor. Umgrenzt sind die Stomata stets von gewöhnlichen Epidermiszellen, die inbezug auf Form und Ausbildung im allgemeinen von den übrigen Nachbarzellen nicht besonders abweichen; nur hin und wieder sind sie etwas kleiner, und ihre an die Spaltöffnungen stoßenden Zellwände etwas dickerwandig. Die Zahl der Nebenzellen schwankt bei jeder Art zwischen vier und acht, doch ist eine Fünf- oder Sechszahl vorherrschend. In der Flächenansicht erscheinen die Schließzellenpaare kreisrund bis schmalelliptisch, und variiert diese Gestalt von Art zu Art. Ebenso verschieden sind auch die Größenverhältnisse, und zwar findet man im allgemeinen, daß mit einer stärkeren Papillenentwicklung eine Größenzunahme der Stomata Hand in Hand geht, sodaß also bei papillenfreien Arten meist relativ kleine Schließzellenpaare vorhanden sind. Die größten Stomata finden wir bei vielen Arten der Sektionen *Spicata* und *Glabra*, die kleinsten in den Sektionen *Palmata*, *Indivisa*, *Negundo* und *Saccharina*. Mit Ausnahme sehr weniger Arten, bei welchen die Spaltöffnungen bisweilen schwach vorspringen, liegen diese im Niveau der Epidermis. Eine Einsenkung der Stomata ist nicht vorhanden, wenn es auch bei starker Papillenbildung so den Anschein hat. Ich verweise dabei auf das, was ich darüber bei der Besprechung der Papillenbil-

Fig I.

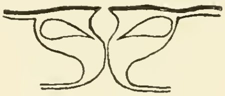


Fig II.

dung gesagt habe. Was die Verteilung der Spaltöffnungen auf der Organoberfläche betrifft, so ist dieselbe meist eine gleichmäßige, doch kommt bei vielen Arten der beiden verwandtschaftlich sehr nahe stehenden Sektionen *Indivisa* und *Macrantha* eine auffallend unregelmäßige Verteilung derselben vor, indem diese meist zu größeren Gruppen beisammenstehen, seltener isoliert liegen. Auch die Strukturverhältnisse der Spaltöffnungen habe ich ins Bereich meiner Untersuchungen gezogen, da es sich gezeigt hat, daß dieselben mit als ein brauchbares Artmerkmal anzusehen sind. Zur leichteren Erklärung verweise ich auf die Abbildungen der vier Querschnittstypen, die ich angetroffen habe. Beim Vergleichen derselben fällt sofort auf, daß die einzelnen Schließzellen bei allen gleichmäßig schräg aus den Epidermiszellen herausgeschnitten sind, sodaß jene im Querschnitt Dreiecke bilden, deren spitzester Winkel der äußeren Eisodialleiste der betreffenden Schließzelle gegenüberliegt. Die Wandung der Schließzellen ist meist ziemlich stark verdickt, während das Lumen relativ klein und kommaförmig ist. Die vier Bautypen, die sich leicht voneinander ableiten lassen, werden eigentlich nur durch die verschiedenartige Ausbildung der äußeren Eiso-

dialleisten hervorgerufen. Diese bewirkt ein verschiedenes Querschnittsbild des Vorhofs. Damit steht eine für die Pflanze nicht unwesentliche Verschiedenartigkeit in der Wasserabgabe im Einklang. Fig. I stellt uns eine Spaltöffnung dar, die durch einen sehr kleinen Vorhof und durch eine enge und besonders hohe Spalte, welche die beiden Schließzellen trennen, ausgezeichnet ist. Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß derartig ausgebildete Stomata ganz besonders geeignet sind, die Transpiration in hohem Maße zu erschweren. Fig. II weicht insofern von der eben beschriebenen ab, als der Vorhof bedeutend an Ausdehnung gewonnen hat, und derselbe nach außen zu durch kleine schnabelförmige Fortsätze bis auf eine kleine Spalte abgeschlossen ist. Wenn auch diese Spaltöffnungen nicht in so vollkommener Weise wie die vom Typus I geeignet sind, die Transpiration herabzusetzen, so ist auch hier ein Transpirationsschutz dadurch erreicht, daß durch den Abschluß der Stomata nach außen ein Vorhof geschaffen ist, der einen windstillen Hohlraum bildet. Die Spaltöffnung der Fig. III leitet sich von der letztbesprochenen in der Weise ab, daß sich die kleinen, schnabelförmigen Fortsätze nach außen gedreht haben, wodurch sie im Querschnitt kammartig erscheinen, in der Flächenansicht aber einen kleinen scharf hervortretenden elliptischen Wall bilden. Die hierdurch

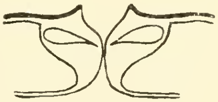


Fig. III.

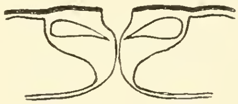


Fig. IV.

bewirkte Öffnung des Vorhofs bildet selbstverständlich viel weniger Schutz gegen übermäßige Wasserabgabe, als die entsprechenden Verhältnisse bei den beiden ersteren Bautypen. Gehen wir noch einen Schritt weiter und lassen jetzt noch die kleinen Kämme verschwinden, so gelangen wir zu einem Spaltöffnungstypus, der am allerwenigsten geeignet erscheint, eine Erschwerung bezw. Verlangsamung der Transpiration zu bewirken, und den uns Fig. IV darstellt.

Ich hielt diese verschiedene Art der Spaltöffnungsausbildung für interessant genug, um festzustellen, inwieweit diese verschiedenen Strukturverhältnisse auf biologische Ursachen zurückzuführen, sodann wieweit die betreffenden Typen für die einzelnen Sektionen charakteristisch sind, und ob sich eventl. hieraus die Ableitung der vier Spaltöffnungsformen, wie ich es oben angegeben habe, begründen ließe. In welchem Maße meine diesbezüglichen Versuche gelungen sind resp. sich meine Erwartungen erfüllt haben, geht deutlich aus der folgenden tabellarischen Übersicht hervor.

Sektion	Typus I.	Typus II.	Typus III.	Typus IV.
I.	1. Südost-Europa v. 5. Ost- und Zentralasien 14. Himalaya 18. Atl. Nordamerika 20. Pazif. Nordamerika *) 22. Zentralchina 23. Osthimalaya 24. Zentralchina. 25. Zentralchina p.		3. Japan v. 6. Europa und Japan v.	8. Kulturform v. 9. Kulturform st. 10. Kulturform v. 11. Kulturform st. 12. Westhimalaya p. 15. Kaukasus sst. 16. Kaukasus st. 17. Griechische Gebirge st. 19. Mitteleurop. Gebirge sst. 28. Kulturform sst. 29. Kulturform sst.
II.	30. Nordjapan 31. Japan 32. Japan 33. Japan 34. Pazif. Nordamerika			
III.	35. Japan *)		36. Zentralchina p. 37. Mandschurei st. 38. Japan st. 39. Zentralchina p.	
IV.	42. Himalaya 43. Mittel- u. Osthimalaya			41. Malayisches Gebiet v. 45. Himalaya? v.
V.	48. Südl. Japan 50. Japan *) 52. Zentralchina 53. Zentralchina	49. Osthimalaya 51. Osthimalaya 54. Japan 55. Kulturform		
VI.		57. Atl. Nordamerika v. 58. Kulturform v.	56. Atl. Nordamerika v. 59. Atl. Nordamerika v.	

VII.	60. Atl. Nordamerika 61. Pazif. Nordamerika 62. Mexiko			
VIII.			63. Pazif. Nordamerika st.	
IX.	64. Nördl. u. Zentralchina 66. Japan 67. Südl. Italien 68. Östl. Mittelmeergeb. 71. Mitt.-Europa u. Vorderas. 73. Kulturform 76. Japan			
X.			77. Mittel Europa u. Mittelmeergeb. v. *) 78. Balkan u. Italien v. 79. Kulturform v. 80. Spanische Gebirge v. 83. Mittelmeergebiet p. 84. Persische Gebirge v. 85. Syrien 86. Griechenland	
XI.	92. Japan *)	90. Atl. Nordamerika v. 91. Japan	87. Himalaya 88. Japan 89. Mandschurei 95. Japan 96. Japan	
XII.	98. Westhimalaya 99. Osthimalaya v. 102. Japan 104. Mandschurei 105. Japan			103. Japan
XIII.			107. Pazif. Nordamerika v. 108. Atl. Nordamerika v. 109. Atl. Nordamerika v. 110. Atl. Nordamerika v.	

*) Systematische Stellung zweifelhaft; siehe Schluß des allgemeinen Teils.

In dieser Tabelle werden die Arten durch die entsprechenden Nummern der Paxschen Monographie im Pflanzenreich bezeichnet. Weiter ist die Heimat angegeben, und im Anschluß daran der Grad der Vorwölbung der unterseitigen Epidermisaußenwände als

v = vorgewölbt bis subpapillös,
p = papillös,
st = stark papillös,
sst = sehr stark papillös,

zum Ausdruck gebracht. Die ohne Zeichen angeführten Arten besitzen keine Papillen.

Aus der vorstehenden tabellarischen Übersicht ist zunächst zu entnehmen, daß in den einzelnen Sektionen die Tendenz besteht, den gleichen Spaltöffnungstypus beizubehalten. Kommen in derselben Verwandschaftsgruppe mehrere Typen vor, so sind es gewöhnlich die zunächststehenden. Interessant ist ferner, daß zwischen Spaltöffnungsform und Entwicklung oder Fehlen von papillösen Epidermiszellen eine Korrelation in der Weise besteht, daß neben dem für eine stärkere Transpiration geeigneten Spaltöffnungstypus auch eine entsprechend starke Papillenbildung der Epidermis bei derselben Art auftritt. So kommt es, daß die Transpirationsgröße bei den *Acer*-Arten entsprechend den gleichen äußeren physikalischen Faktoren, welche an den natürlichen Standorten auf sie einwirken, ungefähr die gleiche sein wird. Und damit erklärt es sich schließlich, daß die einzelnen Spaltöffnungstypen nicht für Arten bestimmter geographischer Areale charakteristisch sind.

Trichome.

Als Anhangsorgane der Epidermis treten uns Trichome, und zwar Deck- und Drüsenhaare bezw. Drüsenzotten entgegen. Selten fehlen erstere, noch seltener letztere. Nur bei *A. manschuricum* und *A. niveum* habe ich überhaupt keine Epidermoidalgebilde angetroffen, doch ist es nicht ausgeschlossen, daß sie an sehr jungen Blättern, die das Untersuchungsmaterial nicht besaß, eventuell vorhanden sind.

Was zunächst die Reichlichkeit der Behaarung betrifft, so ist letztere bei den einzelnen Arten sehr verschieden und kommt bald stark, sodaß sie der Blattfläche ein mehr oder weniger deutlich filziges Aussehen verleiht, bald schwach zum Ausdruck und ist im zweiten Falle nur mit Hülfe der Lupe wahrnehmbar. Auch die Verteilung der Haare wechselt von Art zu Art, und zwar sind entweder beide Blattflächen mit einem Haarkleid bedeckt oder nur eine Seite; doch ist es bei den meisten Arten so, daß am vollständig ausgebildeten Blatt nur die Trichome an den größeren Nerven, häufig sogar nur die Haare der in den Winkeln der Hauptnerven befindlichen Domatien[1]) entwickelt oder

---

[1]) Über das Vorkommen der Acarodomatien bei *Acer* s. das Referat über die bezüglichen Arbeiten bei Lunström in Ludwig, Biologie der Pfl. p. 273.

erhalten geblieben sind. Ferner ist zu bemerken, daß im allgemeinen beim allmählichen Größerwerden des Blattes die Drüsenhaare im Einklang mit ihrer physiologischen Aufgabe viel eher vertrocknen und zugrunde gehen als die stärker entwickelten Deckhaare. Man trifft daher meist jene am ausgewachsenen Blatte entweder gar nicht mehr an oder nur noch im Schutze der Domatienhaare bezw. der mit Deckhaaren dichter besetzten stärkeren Teile der Hauptnerven. Aus diesem Grunde war ich häufig genötigt zur Feststellung der Behaarung junge Blätter mit heranzuziehen. Hierbei machte ich die Beobachtung, daß, während Deckhaare meist auf die Unterseite der Blätter beschränkt waren, Drüsenhaare oberseits wenigstens ebenso zahlreich waren wie unterseits und besonders den Nerven aufsitzen.

Im allgemeinen sind die Deckhaare einzellig, nur bei wenigen Arten, hauptsächlich aber bei denen der Sektion *Platanoidea* kommen neben einzelligen auch mehrzellige, bis achtzellige Haare vor, die aber stets einzellreihig sind. Die Struktur der gewöhnlichen Deckhaare ist eine sehr verschiedene. Inbezug auf die Größe finden sich alle Übergänge von papillenartigen bis zu sehr langen vor, doch ist dabei zu bemerken, daß papillenartige allein für sich nicht vorkommen. Sind solche vorhanden, was ich außer bei den Repräsentanten der Sektion *Platanoidea* nur noch bei sehr wenigen Arten beobachtet habe, so besetzen sie meist stachelartig die mehr oder weniger vorspringenden Kämme der Nerven, während sie nach der Blattfläche zu an Länge immer mehr zunehmen. Im allgemeinen sind die Haare lang, hin- und hergewunden, schlauchförmig oder peitschenartig, bisweilen aber auch starr und dann entweder gerade oder säbelartig gekrümmt. Bei sehr wenigen Arten, z. B. *A. saccharinum* sind sie über der Basis annähernd im rechten Winkel etwas umgebogen, sodaß der größte Teil des Haares der Epidermis fast anliegt, wodurch sie ihrer physiologischen Aufgabe, nämlich die Transpiration herabzusetzen, in hohem Maße gerecht werden. Sämtliche Deckhaare laufen in eine mehr oder weniger deutlich entwickelte Spitze aus, nur mit Ausnahme derjenigen, die ich bei *A. micranthum* allerdings ziemlich spärlich gefunden habe, und welche klein, dick, ein- bis dreizellig, am Ende vollständig abgerundet sind und annähernd wurstförmig erscheinen. Was die Basis der Haare betrifft, so ist dieselbe meist zusammengezogen, häufig aber auch mehr oder weniger zwiebelartig erweitert, seltener nicht besonders ausgebildet. Die mehrzelligen Trichome setzen sich meist aus annähernd gleich langen Zellen zusammen, seltener werden die einzelnen Zellen von der Basis nach dem apikalen Ende zu größer. In der Flächenansicht weisen die Haare meist eine mittlere Dicke auf; doch kommen auch mehr oder weniger schmale und breite Trichome vor. Auch die Wandung derselben variiert sehr. Von dünnwandigen und weitlumigen bis zu stark dickwandigen, häufig auch sklerosierten uud englumigen kommen alle Übergänge vor. Bezüglich der Haaroberfläche ist zu sagen,

daß sie teils glatt, teils mehr oder weniger deutlich gestrichelt, selten mit warzenförmigen Verdickungen versehen ist. Bisweilen, besonders bei stark verdickten und an der Basis zwiebelartig erweiterten Haaren, sind die die Haarbasis umgebenden Epidermiszellen zu besonderen Nebenzellen ausgebildet, indem sie rosettenförmig angeordnet sind. Häufig sind sie auch in radialer Richtung schwach gestreckt, etwas dickwandiger als die gewöhnlichen Epidermiszellen und am Haar mehr oder weniger stark emporgezogen, sodaß sie ein kleines Postament bilden, dem die Haarbasis eingesenkt ist. Bemerken möchte ich noch, daß sämtliche Trichome durch einfache Tüpfel, die meist durch ihre Größe auffallen, mit ihren Nachbarzellen in Verbindung stehen, und daß im allgemeinen für jede Art nur ein Haartypus charakteristisch ist.

Außer den eben besprochenen Deckhaaren kommen bei den *Aceraceen* noch sehr verschiedenartig ausgebildete Trichome vor, die teils als echte Drüsenhaare resp. Drüsenzotten anzusehen sind, teils mit Rücksicht auf ihre morphologische Beschaffenheit den Deckhaaren nahe stehen, aller Wahrscheinlichkeit nach ebenfalls drüsige Funktion besitzen und daher zu den Drüsenhaaren gerechnet werden mögen.

Besonders ein Drüsenhaartypus, den ich zunächst besprechen werde, ist für die Gattung *Acer* charakteristisch. Es sind dies keulenförmige Trichome mit ein- oder zweizellreihigem Stiel, der meist aus fünf resp. zehn Zellen besteht, und der allmählich in ein ellipsoidisches, unregelmäßig geteiltes, vielzelliges Köpfchen übergeht. Nur die unteren Basalzellen des Stieles sind mehr oder weniger dickwandig, bisweilen zum Teil verkorkt, während das Köpfchen stets dünnwandig ist. Von diesem Typus lassen sich leicht eine größere Zahl anderer Haarformen ableiten, die ich bei einigen Arten angetroffen habe. So finden wir z. B. in der Sektion *Platanoidea* die Stielzellen im allgemeinen sehr flach, bei *A. campestre* ist häufig die Entwicklung des Stieles ganz unterdrückt, sodaß die Haare sitzend, bisweilen sogar etwas eingesenkt sind. Außerdem zeichnen sich die Drüsenhaare dieser Arten noch besonders dadurch aus, daß die Köpfchen meist deutlich vom Stiel abgesetzt sind und annähernd kugelige Gestalt besitzen. Bei anderen Arten wieder ist eine stärkere Ausbildung des Stieles zu beobachten, indem derselbe mehr oder weniger vielzellig ist. Andererseits kommt aber auch eine Wenigzelligkeit des Köpfchens vor.

Einen anderen, fast nur bei den Vertretern der Sektionen *Indivisa* und *Macrantha* vorkommenden Haartypus stellen lange, einzellreihige, vielzellige Trichome dar. Neben diesen kommen nicht selten Haare vor, welche sich von den eben beschriebenen nur durch eine Mehrzellreihigkeit, die sich entweder nur inbezug auf die Basis, die Mitte oder die Spitze unterscheiden. Diese Haarformen bilden die Übergänge zu den bisweilen sehr kräftig entwickelten mehrzellreihigen Drüsenzotten. Bemerken möchte ich noch, daß sich letztere hin und wieder, mehr oder weniger von

der Haarbasis weit entfernt, sich in zwei einzellreihige Haarfäden auflösen, wie auch bisweilen je zwei Drüsenhaare an der Basis miteinander verwachsen sind.

Was die Ausbildung der einzelnen Zellen aller dieser Außendrüsen betrifft, so ist dieselbe sehr verschieden; doch sind im allgemeinen die Zellen an der Basis klein und werden nach dem apikalen Ende zu größer. Ebenso nimmt die Dickwandigkeit von der Basis nach der Spitze zu ab. Selten ist eine Dickwandigkeit des ganzen Haargebildes oder eine Kutikularisierung seiner Außenwand zu konstatieren gewesen. Bei den am Grunde mehrzellreihigen Trichomen beobachtete ich häufig, daß sie von der Epidermis nicht scharf abgegrenzt sind, sondern daß sich die der Haarbasis zunächst liegenden Epidermiszellen, indem sie sich mehr oder weniger erheben, an der Bildung des Haares beteiligen.

Nicht unerwähnt möchte ich lassen, daß im allgemeinen für die Art eine bestimmte Haarform charakteristisch ist; doch kommt es bei einigen Arten vor, daß fast alle beschriebene Haartypen bisweilen an ein und demselben Blatte vorhanden sind und dann meist durch Übergänge miteinander in Verbindung stehen.

Ganz eigenartige Trichome, die ihrer morphologischen Beschaffenheit nach als Deckhaare anzusehen sind, wahrscheinlich aber auch drüsige Funktion besitzen, und die sich von allen anderen auffallend unterscheiden, habe ich bei zwei Arten, nämlich *A. distylum* und *A. parviflorum* angetroffen. Diese bestehen aus einem kurzen, ein- bis fünf-, meist aber zwei- oder dreizelligen Stiel, dem eine lange, wagerechte und gleicharmige Endzelle aufsitzt, die dünnwandig, weitlumig und an den Enden etwas abgerundet ist.

Inwieweit die einzelnen Haarformen für die Verwandtschaftsgruppen charakteristisch sind, ersieht man aus der allgemeinen Übersicht und den Sektionsdiagnosen im speziellen Teil.

Mesophyll.

Ich komme nun auf die Struktur des Mesophylls zu sprechen. Bei überaus den meisten Arten ist dasselbe typisch bifazial; nur bei relativ wenigen kommt ein subzentrischer oder zentrischer Blattbau vor. Dagegen fällt das Palisadengewebe im allgemeinen durch seine äußerst langen und sehr schmalen Zellen auf, unter denen hin und wieder etwas breitere vorkommen, die dann durch Horizontalwände in annähernd je zwei gleiche Hälften geteilt sind. Aber es finden sich auch Arten vor, deren Palisadengewebe selbst aus kurzen und breiten Zellen gebildet wird. Diese nicht typische Ausbildung desselben hängt sicher damit zusammen, daß das Schwammgewebe mehr an der Funktion der Assimilation teilnimmt. Diese Aufgabe wird in vollendetem Maße erfüllt bei *A. Campelli*, *A. palmatum*, *A. Negundo* und *A. mexicanum*, von denen die beiden ersten einen

subzentrischen, die beiden anderen einen zentrischen Blattbau und dazu kein Schwammgewebe besitzen. Bei der Mehrzahl der Arten, bei welchen, wie schon gesagt, ein als bifazial anzusprechender Blattbau vorhanden ist, schließt sich an das typische, meist einschichtige Palisadengewebe ein Schwammgewebe an, dessen oberste bezw. unterste Zellage oder auch beide mehr oder weniger palisadenartig ausgebildet sind. Hin und wieder habe ich auch eine Ausbildung einzelner Zellen der obersten Schwammgewebezellschicht beobachtet, die an Armpalisadenzellen erinnern, während bisweilen die Zellen der untersten Zellage sog. konjugiertes Palisadengewebe bilden. Was das Schwammgewebe anlangt, so ist es meist typisch entwickelt und gewöhnlich von derselben Stärke wie das zugehörige Palisadengewebe. Die Zahl der Zellagen schwankt zwischen zwei und sieben, doch ist eine Drei- und Vierschichtigkeit vorherrschend. Ihre einzelnen Zellen lassen große bis kleine Interzellulare zwischen sich, doch sind die Zellen der obersten und untersten Zellage häufig dichter angeordnet. Fasse ich bezüglich der Ausbildung des Mesophylls meine Resultate zusammen, so ergibt sich, daß bei sämtlichen *Aceraceen* die Tendenz besteht, ein relativ starkes Assimilationsgewebe zu bilden, welches vor allem viel organisches Baumaterial zu produzieren imstande ist. Nicht zum wenigsten ist hierauf vielleicht das, wie bekannt, schnelle Wachstum der Ahornbäume zurückzuführen.

Abgesehen von den Milchsaftidioblasten, die ich bei einigen Arten angetroffen habe, und die ich später bei der Besprechung der Milchsaftelemente der Nerven mit behandeln will, habe ich im Mesophyll nur noch bei zwei Vertretern der Sektion *Integrifolia* nämlich bei *A. oblongum* und *A. laevigatum* sekretführende Idioblasten angetroffen. Diese sind mit Schleim angefüllt und fallen bei der Untersuchung sofort teils durch ihren hellen Inhalt, teils durch ihre besondere Größe und Gestalt auf. Während sie im Palisadengewebe meist dick und wurstförmig, seltener langgestreckt und zylindisch sind, haben sie im Schwammgewebe annähernd kugelige Form.

Nerven.

Was die Nerven anlangt, so sind, wie ich schon bei der Besprechung der allgemeinen Charakteristika hervorgehoben habe, bei sämtlichen Arten, mit Ausnahme der meisten Vertreter der Sektion *Indivisa* die größeren Gefäßbündelsysteme von einem geschlossenen Sklerenchymmantel umgeben. Dazu muß ich aber bemerken, daß ich selbstverständlich die bezüglichen anatomischen Befunde der Arten unberücksichtigt gelassen habe, deren Blätter mir nicht in vollständig entwickeltem Zustande vorgelegen haben. Man muß nämlich bei solchen Untersuchungen auf den Entwickelungszustand der Blätter umsomehr achten, als es sich bisweilen gezeigt hat, daß die Bildung von Sklerenchym in Begleitung des Vibrovasalsystems häufig erst sehr spät stattfindet. Dagegen sind die oben erwähnten Arten der Sektion *Indivisa*

dadurch ausgezeichnet, daß bei ihnen die größeren Gefäßbündel meist nur auf der dorsalen und ventralen Seite von je einer Sklerenchymplatte oder sogar nur von vereinzelten Sklerenchymzellgruppen begleitet sind. Bezüglich der Sklerenchymplatten ist noch zu sagen, daß dieselben auf der unteren Blattseite stets stärker entwickelt sind, als auf der oberen, was auch mit ihrer physiologischen Aufgabe, nämlich das dünnwandige und für die Ernährung der Pflanze überaus wichtige Bastgewebe vor Druck zu schützen, im Zusammenhang steht. Die Ausbildung der Sklerenchymzellen selbst ist eine sehr verschiedene. Im allgemeinen sind die einzelnen Zellen in den auf dem Querschnitt dick erscheinenden Sklerenchymringen meist sehr dickwandig und englumig, in dünneren hingegen wenig dickwandig und weitlumig. Erwähnen möchte ich noch, daß sich an den Sklerenchymmantel ein mehr oder weniger stark kollenchymatisch ausgebildetes Gewebe anschließt, welches bis an die ober- und unterseitige Epidermis reicht und hin und wieder schwach sklerosiert ist. Während aber das ventrale Kollenchymgewebe bei sämtlichen Arten keine besonderen Unterschiede zeigt, zeichnet sich das dorsale durch eine an Stärke häufig wechselnde Entwicklung aus. Gewöhnlich schließt dasselbe annähernd im Niveau der oberen Epidermis ab, doch ist es nicht selten, daß eine selbst auffallend starke Ausbildung desselben vorhanden ist, was sich schon makroskopisch durch ein deutliches Vorspringen der Nerven auf der Blattoberseite zu erkennen gibt. Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß eine starke Entwicklung des Nervensystems, wie sie hierdurch verursacht wird, dem ganzen Blatt eine ganz besondere Festigkeit gewährleistet, deren dieses Pflanzenorgan vor allem dann bedarf, wenn es starkem bezw. andauerndem Druck ausgesetzt ist. Tatsächlich hat auch hier in dieser Familie die kräftige Kollenchymentwicklung diese biologische Aufgabe zu erfüllen, da dieses Strukturverhältnis in charakteristischer Weise nur bei Arten vorkommt, welche in Japan, Zentralchina oder auf den Höhen des Himalayagebirges ihre Heimat haben, in Gegenden also, welche großen Regenperioden ausgesetzt sind. Besonders interessent ist noch, daß die Blätter fast aller dieser Arten typische Träufelspitzen besitzen, die auf den ersten Blick auf derartige Klimaverhältnisse hinweisen[1]. Diese Kollenchymgewebeverhältnisse sind immerhin geeignet, eine Artdiagnose zu erleichtern, aus welchem Grunde ich sie auch, falls nicht der normale Fall vorliegt, im speziellen Teil habe Berücksichtigung finden lassen.

Bezüglich der kleineren Nerven ist anzuführen, daß sie bei sämtlichen *Acer*-Arten durchgehende sind, und daß ihr Begleitgewebe, indem es aus dünnwandigen bis dickwandigen Zellen besteht, die aber stets weitlumig sind, mehr oder weniger typisch entwickelt ist. Ziemlich häufig war auf der Oberseite, bei

[1]) Stahl, Regenfall und Blattgestalt. (Ann. du Jardin bot. de Buitenzorg XI. 1893.)

A. Boscii, auch auf der Unterseite der Blätter eine netzartige Furchung zu beobachten, welche sich besonders deutlich auf dem Querschnitt durch eine Einsenkung der Epidermis zu erkennen gibt, und unter welcher die kleineren Gefäßbündel verlaufen. Ich glaube in der Annahme nicht fehl zu gehen, daß bei diesen Arten ganz besonders die Tendenz vorhanden ist, ein starkes Assimilationsgewebe zu bilden, welches vor allem zu einer Verlängerung der Palisadenzellen geführt hat. Infolge des Gegendruckes des Schwammgewebes hat sich diese Längenzunahme nur nach außen hin äußern können und selbstverständlich hauptsächlich an den Stellen, welche nicht besonders fixiert sind. Wir finden daher auch bei diesen Arten im Zentrum der Maschen des durch die Furchen bewirkten Nervennetzes die Länge der Palisadenzellen am größten und von hier aus nach den Nerven zu abnehmen. Für meine Ansicht, daß diese Erscheinung auf die Tendenz, ein kräftiges Assimilationsgewebe zu bilden, zurückzuführen ist, spricht auch die gerade bei diesen Arten vorkommende meist auffallende Breitgliedrigkeit des Palisadengewebes, die zum Teil vorkommende, sonst aber sehr seltene Mehrschichtigkeit desselben oder die Tendenz zur Ausbildung einer solchen und das Fehlen eines typischen Schwammgewebes. Mit der im allgemeinen kräftigen Ausbildung des Palisadengewebes hängt zusammen, daß die kleinsten im Mesophyll eingebetteten Nerven der unterseitigen Epidermis häufig näher liegen als der oberseitigen.

Kristalle.

Ich gehe nun zur Besprechung der Kristallverhältnisse über. Bei sämtlichen von mir untersuchten *Aceraceen* habe ich bald zahlreich, bald spärlich Kristalle angetroffen, die ohne Ausnahme aus oxalsaurem Calcium bestehen. Die verschiedenen Kristallformen sowie die Art ihrer Abscheidung sind überaus mannigfaltig und für die einzelnen Spezies höchst charakteristisch. Hauptsächlich aber sind Einzelkristalle von der gewöhnlichen rhomboedrischen Form, fast ebenso häufig typische und sphäritenartige Drusen vorhanden. Bemerkenswert ist, daß ziemlich oft die größeren Einzelkristalle, relativ sehr selten die Drusen von kleinen Kristallmassen umgeben sind. Im allgemeinen kommen die eben angeführten Kristalltypen vorwiegend in Begleitung der Gefäßbündel, selten im Mesophyll vor, wie deutlich aus der allgemeinen Übersicht hervorgeht. Erwähnen möchte ich noch, daß, wenn sich vorwiegend Drusen im Begleitgewebe der Nervenleitbündel befinden, auch solche fast stets im Mesophyll vorkommen, eine Erscheinung, die bezüglich der Einzelkristalle außerordentlich selten zu beobachten ist. Ziemlich häufig treten außer den bis jetzt angeführten verschiedenartigen Kristallen noch Kristallaggregate bezw. Konglomerate, selten dagegen größere und kleinere quadratische bis stäbchenartige Einzelkristalle sowie Kristallkörnchen auf. Alle diese Kristallformen sind teils in Begleitung des Vibrovasalsystems, teils im Meso-

phyll, hier bisweilen in besonderen Kristallidioblasten vorhanden. Nicht selten kommen kleinere Einzelkristalle, Drusen oder Kristallaggregate im Xylem, häufiger aber im Phloëm der größeren Leitbündel vor. Das Mesophyll, besonders das Palisadengewebe ist häufig auch noch durch den Besitz meist zahlreicher, sehr kleiner stäbchenförmiger bis spießiger Kristalle ausgezeichnet. Was die Abscheidung der größeren Kristalle im Mesophyll anlangt, so befinden sich dieselben, wie ich schon oben bemerkt habe, entweder in gewöhnlichen Zellen oder in besonderen Kristallidioblasten und kommen meist im Schwammgewebe, seltener im Palisadengewebe vor. Eine ganz besonders charakteristische Kristallbildung, die als ein sehr wesentliches Sektionsmerkmal anzusehen ist, habe ich bei sämtlichen Vertretern der Sektion *Negundo* und außerdem noch bei *A. cissifolium* angetroffen. Bei diesen Arten sind im Mesophyll meist zahlreiche Kristallidioblasten vorhanden, die je einen gewöhnlich sehr großen Einzelkristall enthalten, der meist von kleinen Kristallmassen umgeben ist und stets mit seinem größten Parameter senkrecht zur Blattfläche steht. Diese Kristalle, welche möglicherweise als Beleuchtungskörper gedeutet werden können, verursachen im durchfallenden Lichte meist durchsichtige Punkte im Blatt, die schon bei Lupenvergrößerung deutlich wahrnehmbar sind. Die entwickelungsgeschichtliche Untersuchung dieser Kristallidioblasten ergab, daß dieselben der zweitobersten Zellschicht des Mesophylls angehören, sich aber bei der allmählichen Größenzunahme dieser Zellen zwischen die Palisadenzellen schieben, sodaß sie im ausgewachsenen Blatt an die obere Epidermis stoßen. Sie erinnern auch in dieser Hinsicht an die Kristallidioblasten des *Citrus*-Blattes, welche im ausgewachsenen Blatte zwischen die Epidermiszellen eingeschoben erscheinen, aber der obersten Schichte des Palisadengewebes und der morphologisch untersten Schichte des Schwammgewebes angehören[1]. Anführen möchte ich noch, daß einige Arten dadurch ausgezeichnet sind, daß bei ihnen mehr oder weniger häufig Zellen des Palisadengewebes Kristallidioblasten bilden, die sich meist in Form und Größe von den übrigen Palisadenzellen nicht wesentlich unterscheiden; nur bisweilen sind sie etwas dicker, hin und wieder auch kürzer als diese. Ihr Inhalt besteht hauptsächlich aus Kristallaggregaten; außerdem enthalten sie kleine typische oder sphäritenartige Drusen, häufig auch kleinere und größere Einzelkristalle, die hin und wieder stäbchenförmig sind, und deren Hauptachse mit dem Längsdurchmesser der Idioblasten zusammenfallen. Sehr interessant ist, daß nur bei *A. erianthum* und *A. oblongum* in den unterseitigen Epidermiszellen bisweilen kleinere Einzelkristalle, bei letzterem auch Kristallaggregate vorkommen. Im allgemeinen enthalten die kristallführenden Zellen, die gewöhnlich etwas

[1]) Guttenberg, Zur Entwickelungsgesch. der Kristallzellen im Blatte von *Citrus*. (Sitzungsberichte der kaiserl. Akad. der Wissenschaften in Wien. Mathem.-naturw. Klasse CXI. Abt. I. November 1902.)

kleiner als die übrigen Epidermiszellen sind, und deren Zelllumen fast vollständig von den Kristallen eingenommen wird, meist einen Kristall, seltener sind zwei Kristalle vorhanden. Diese Verhältnisse sind insofern auffallend, als die beiden in Rede stehenden Arten zwei verschiedenen Sektionen angehören, und als gerade inbezug auf die Kristallverhältnisse in den einzelnen Verwandtschaftsgruppen ein relativ einheitlicher Charakter besteht. Ein derartiges isoliertes Auftreten eines charakterischen anatomischen Merkmals, welches gewöhnlich größeren systematischen Wert hat, ist übrigens auch anderwärts nicht selten.

Sekrete.

Bevor ich auf die Besprechung der typischen Milchsaft oder milchsaftähnlichen Inhalt führenden Elemente wie auch den Inhalt derselben eingehe, möchte ich hier an dieser Stelle nochmals auf die bei *A. villosum* vorkommenden Gerbstoffidioblasten und auf die bei *A. oblongum* sowie *A. laevigatum* vorhandenen schleimhaltenden Idioblasten hinweisen, welche ich bei der Behandlung der Epidermis bezw. des Mesophylls näher berücksichtigt habe.

Milchsaft.

Unter den von mir untersuchten fünfundachzig Arten ist typischer Milchsaft (im speziellen Teil schlechthin Milchsaft bezeichnet, während seine Behälter Idioblasten genannt werden) nur bei zwölf derselben, also relativ ziemlich selten vorhanden, und besonders für die Repräsentanten der Sektion *Platanoidea*, zum Teil auch für die der Sektion *Lithocarpa* charakteristisch. Außerdem kommt typischer Milchsaft nur noch bei den beiden Arten *A. macrophyllum* und *A. campestre* vor, deren systematische Stellung in der Sektion *Spicata* bezw. *Campestria* (nach Pax) mir aber fraglich erscheint. Das Sekret befindet sich im Baste der größeren Gefäßbündel in Zellen, die sich vor den übrigen durch eine mehr oder weniger auffallende Weitlumigkeit auszeichnen, und wird am besten sichtbar, wenn man die Präparate in bekannter Weise mit Javellescher Lauge bleicht, mit Wasser auswäscht und mit Glycerin kocht. Es erscheint dann als stark lichtbrechende, mitunter schwach körnige, zusammenhängende, dickflüssige Masse, die besonders durch den Besitz zahlreicher kleiner Vakuolen ausgezeichnet ist und die Sekretzellen vollständig erfüllt.

Bei der Untersuchung der *Acer*-Arten erschien mir auffallend, daß auch bei den Arten, welche keinen typischen Milchsaft besitzen, im Phloëm der größeren Leitbündel Zellen vorhanden sind, die sich vor den übrigen Bastgewebezellen durch ihr größeres Lumen auszeichnen und bisweilen selbst die oben beschriebenen Milchsaftidioblasten an Weitlumigkeit bedeutend übertreffen. Ich vermutete daher, daß die Zellen, welche im speziellen Teil der Kürze wegen schlechthin Idioblasten genannt werden, ebenfalls einen besonderen Inhalt führen, und als be-

sondere Sekretionsorgane anzusprechen sind. Um dieses nachzuweisen, untersuchte ich zunächst eine größere Anzahl Blattquerschnitte der in Betracht kommenden Arten sowohl in Spiritus als auch in Wasser, aber ein besonderer Inhalt war nicht zu konstatieren: ebenso führte die nachträgliche Einwirkung von Färbungsmitteln zu keinem greifbaren Resultat, doch schien es hin und wieder bei einigen Arten so, als ob bei den zuerst in Wasser untersuchten Präparaten durch den Farbstoff eine schwache Färbung des Zellinhaltes eingetreten war. Diese Beobachtungen ließen vermuten, daß sich in den betreffenden Zellen ein Inhalt befindet, der leicht in Wasser, noch leichter in Spiritus löslich ist, und veranlaßten mich, trockne Querschnitte herzustellen, die ich direkt in den Fixierungsflüssigkeiten untersuchte. Tatsächlich erwies sich meine Annahme als richtig, da jetzt bei bestimmten Arten der Zellinhalt deutlich fixiert und charakteristisch gefärbt war. Jod-Jodkaliumlösung rief eine kanariengelbe, Methylenblau eine himmelblaue Färbung hervor. In den meisten Fällen hatte dieser Inhalt das Aussehen einer vollständig einheitlichen, glasigen Masse, die das Zellumen in seiner ganzen Ausdehnung erfüllt; doch zeigte er bisweilen auch eine Zerteilung in kleine unregelmäßig gestaltete Stücke, was auf eine etwas festere Konsistenz schließen läßt. Andere Arten aber gaben auch bei dieser Untersuchungsmethode ein negatives Resultat, obwohl es auch solche waren, deren in Rede stehenden Elemente inbezug auf Weitlumigkeit den anderen in keiner Weise nachstehen. Mit ziemlicher Sicherheit war daher nach den vorhergehenden Ergebnissen anzunehmen, daß sich der Inhalt dieser Zellen deshalb der Beobachtung entzieht, weil die Löslichkeit desselben in Wasser eine noch größere ist und selbst durch die angegebenen Fixierungsmittel nicht gehemmt wird. Von diesen Erwägungen ausgehend, schien mir die Anwendung von Olivenöl als Untersuchungsmedium am zweckmäßigsten, was ich auch durch die Untersuchung bestätigt fand. Alle Arten, bei denen die erste Methode des Sekretnachweises, nämlich mit den genannten Fixierungsmitteln, gescheitert war, gaben jetzt ein positives Resultat, indem die betreffenden Zellen stets einen vollständig homogenen, glasigen und ziemlich stark lichtbrechenden Inhalt aufwiesen, der das Zellumen vollständig einnimmt. Es schien nun interessant, zu wissen, inwieweit der Chemismus dieses Sekretes mit dem des vorher besprochenen übereinstimmt, ob nämlich Jod ebenfalls eine Gelbfärbung hervorruft. Der erste Versuch, eine Reaktion in der Weise zu erzielen, daß ich die trocken hergestellten Schnitte in jodhaltigem Olivenöl untersuchte, welches ich durch mäßiges Erwärmen von Jod in Olivenöl erhielt, scheiterte. Das Jod konnte ebensowenig auf das Sekret einwirken, als wie auf das die Leitbündel umgebende Sklerenchym, da eine Infiltration des Gewebes vonseiten des Öles nur äußerst langsam stattfinden kann. Bei meinem zweiten Versuch verfuhr ich dann in der Weise, daß ich die trocknen Querschnitte einem Joddampf aussetzte[1], was leicht zwischen zwei mit ihren

konkaven Seiten aufeinander gelegten Uhrgläsern zu bewerkstelligen ist. Schneller und besser tritt jedoch die Reaktion ein, wenn man außer einem Körnchen Jod noch einen Tropfen Wasser auf der unteren Schale durch schwaches Erwärmen vorsichtig verdampfen läßt. Nach kurzer Zeit wurden dann die an der oberen Schale adhärierenden Querschnitte in Olivenöl untersucht, deren Sekrete sich je nach der Dauer der Jodeinwirkung gelb bis braun gefärbt hatten. Wenn man berücksichtigt, daß Milchsaft sehr leicht Farbstoffe aufnimmt, sich z. B. mit Jod-Jodkaliumlösung gelb bis braun färbt, wenn man ferner berücksichtigt, daß der typische Milchsaft bei *Acer* in weitlumigen Zellen des Bastes der größeren Gefäßbündel vorkommt, und mehr oder weniger weitlumige Bastgewebezellen bei sämtlichen Arten vorhanden sind, so ist auf Grund meiner mikrochemischen Untersuchungen als sicher anzunehmen, daß alle *Aceraceen*, falls sie nicht durch typischen Milchsaft ausgezeichnet sind, einen milchsaftähnlichen Inhalt in besonderen Idioblasten des Phloëms besitzen, der vielleicht als die Vorstufe des eigentlichen Milchsaftes anzusehen ist. Ganz nach dem Verhalten Fixierungsmitteln gegenüber zerfällt dieses milchsaftähnliche Sekret in zwei Kategorien, von denen die erste durch Jod-Jodkaliumlösung oder andere Färbemittel direkt gefärbt wird und deshalb dem typischen Milchsaft näher steht, während bei der zweiten das Sekret erst nach Einwirkung von Olivenöl fixiert wird. Für die Annahme, daß wir diese Sekrete als milchsaftartige Stoffe anzusehen haben, spricht auch die bei allen vorhandene überaus leichte Löslichkeit in Spiritus, welche selbst bei fixierten Präparaten nicht abnimmt. Während aber beim typischen Milchsaft nach Einwirkung von Alkohol ein geringer Rückstand, der grießelig erscheint, bleibt, ist bei den milchsaftähnlichen keiner vorhanden.

Da es von keiner besonders praktischen Bedeutung ist, von jeder Art, die nicht typischen Milchsaft besitzt, zu wissen, welcher Kategorie ihr Sekret angehört, so habe ich mich allein darauf beschränkt, aus jeder Sektion eine Art nach dieser Richtung hin zu untersuchen.

Ich lasse jetzt die Spezies folgen, deren milchsaftähnliches Sekret der ersten Kategorie angehört, da es sich mit Jod-Jodkaliumlösung kanariengelb, mit Methylenblau himmelblau färbt:

Sektion V. *A. Veitchii*,
„ X. *A. obtusatum*,
„ XI. *A. tegmentosum*,
„ XII. *A. villosum*.

Bei den nun folgenden Arten findet sich das milchsaftähnliche Sekret der zweiten Kategorie, indem sich dasselbe nur mittels Olivenöls nachweisen läßt:

Sektion I. *A. trinerve*,
„ II. *A. circinatum*,
„ III. *A. mandschuricum*,
„ IV. *A. niveum*,
„ VI. *A. saccharinum*,

Sektion VII. *A. Negundo.*
„ VIII. *A. glabrum.*
„ XIII. *A. grandidentatum.*

Typischer Milchsaft ist, wie ich schon oben hervorgehoben habe, bei sämtlichen Vertretern der Sektion IX *Platanoidea* und zum Teil auch bei denen der Sektion XII *Lithocarpa* vorhanden. Es ist daher äußerst auffallend, daß die eben angeführten Arten gerade der Sektionen, die hinsichtlich ihrer verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Sektionen IX und XII stehen, das milchsaftähnlicher Sekret der ersten Kategorie besitzen, welches dem typischen Milchsaft in seinen physikalischen Eigenschaften näher kommt. Anscheinend bildet *A. Veitchii*, indem es zur Sektion V gehört, eine Ausnahme, aber ein Blick auf den von Pax[1]) aufgestellten Stammbaum lehrt, daß sich die Sektion V den Sektionen IX bis XII anschließt und, wie meine Untersuchungen gezeigt haben, die größte verwandtschaftliche Beziehung zur Sektion XI *Macrantha* besitzt. Wenn ich auch nicht berechtigt bin, das Resultat einer Art hinsichtlich der Sekretverhältnisse auf alle Vertreter der ganzen Sektion auszudehnen, so glaube ich dennoch die Vermutung aussprechen zu dürfen, daß hier in anatomischer Hinsicht gerade die Milchsaftverhältnisse, und zwar die Vollkommenheit ihrer Entwicklung neben anderem eine Berücksichtigung bei der Aufstellung von Verwandtschaftsgruppen verdienen.

Bei drei Arten, welche typischen Milchsaft im Baste führen, habe ich außerdem im Schwammgewebe Zellen mit einem besonderen milchsaftähnlichen Inhalt angetroffen. Diese Idioblasten sind meist größer als die gewöhnlichen Schwammgewebezellen, von annähernd kugeliger oder länglicher Gestalt und im allgemeinen etwas dickwandiger. Der Inhalt erscheint in Wasser- und gebleichten Glyzerinpräparaten schwach trüb wässerig, wenig stark lichtbrechend und färbt sich mit Jodlösung schwach gelblich.

Zum Schlusse der Besprechung der Sekretionsorgane möchte ich noch auf Grund orientierender Beobachtungen einige allgemeine Bemerkungen über den typischen Milchsaft machen.

Bei *A. platanoides* und *A. campestre* ist der typische Milchsaft in den Blättern besonders im Frühjahr reichlich vorhanden, während er nach dem Herbst zu an Menge abnimmt. Hiervon kann man sich schon durch einfaches Einreißen der betreffenden Blätter in den verschiedenen Vegetationsperioden überzeugen, insofern nämlich, als dabei ein verschieden starkes Heraustreten des Milchsaftes zu beobachten ist. Darüber, ob derselbe zum Teil mit in den Stoffwechsel eintritt, habe ich keine Untersuchungen angestellt. Auffallend ist immerhin, daß mit der Abnahme des Sekretes in den Blättern, eine Zunahme desselben in den Früchten Hand in Hand geht. Ist Milchsaft im Blatt vorhanden, so ist er auch stets im Baste der Achse anzutreffen:

[1]) Englers Bot. Jahrb. VI. 1885. p. 329.

fehlt er im Blatt, so tritt er auch nicht in der Achse auf. Nicht nur mikroskopisch, sondern auch makroskopisch unterscheidet sich der typische Milchsaft von dem schon besprochenen milchsaftähnlichen Sekret. Beim Einreißen der Blätter tritt ersterer aus den Nerven als eine weiße, milchige Flüssigkeit heraus, die sich zwischen den Fingern als schwach klebrig erweist; letzteres dagegen bildet eine durch nichts auffallende wasserhelle Flüssigkeit.

Untersuchungen über die Verbreitung des typischen Milchsaftes habe ich an lebendem Materiale von *A. platanoides*, *A. campestre*, *A. pseudo-platanus* und *A. Negundo* vorgenommen. Diese haben zu dem Resultat geführt, daß bei den beiden erstgenannten Arten, deren Laubblätter durch typischen Milchsaft im Bast der größeren Gefäßbündel ausgezeichnet sind, dieses Sekret in allen ihren Pflanzenteilen, welche von Leitbündeln durchzogen sind, mit Ausnahme der Staubblätter, vorkommt, und zwar stets in mehr oder weniger weitlumigen Zellen des Bastes auftritt. In den Kotyledonen des ruhenden sowie ausgekeimten Samens, in der jungen Achse und in den Kelch- sowie Blumenblättern ist dieses Sekret nur in geringer Menge vorhanden. Infolgedessen ist beim Einreißen dieser Organe kein sogenanntes Milchen zu beobachten. Sämtliche anderen Pflanzenteile, wie die Laubblätter, Knospenschuppen, Blüten- und Fruchtstiele weisen eine reichliche Menge dieses Sekretes auf, welches sich beim Verletzen dieser Teile schon durch ein starkes Milchen zu erkennen gibt. Besonders reichlich ist dasselbe im Perikarp zu beobachten, und ist hier als Wundverschluß der sich bei der Reife von einander loslösenden schizokarpischen Samaren von Wert. Bei *A. pseudo-platanus* und *A. Negundo*, welche nur Idioblasten mit milchsaftähnlichem Sekret besitzen, habe ich weder in den Laubblättern und Kotyledonen, noch in allen anderen Pflanzenorganen typischen Milchsaft, sondern ebenfalls nur milchsaftähnliches Sekret angetroffen. Diese Ergebnisse berechtigen zu der Annahme, daß bei sämtlichen *Acer*-Arten, deren Blätter typischen Milchsaft enthalten, dieses Sekret mit Ausnahme der Stamina in allen ihren Pflanzenteilen, welche Gefäßbündel besitzen, vorkommt, ferner, daß bei den Arten, deren Blätter keinen typischen Milchsaft aufweisen, dieser auch in keinem anderen Pflanzenorgane gebildet ist.

Im Anschluß hieran möchte ich noch einiges über die typischen Milchsaft führenden Sekretzellen des Bastes bemerken, da über ihre anatomischen Strukturverhältnisse längere Zeit irrtümliche Ansichten geherrscht hatten, insofern nämlich, als diese Sekretidioblasten früher von einzelnen Autoren[1]) gewöhnlich für Milchsaftgefäße gehalten wurden. Trotz der von De Bary[2]) richtig erkannten anatomischen Struktur als Sekretschläuche ist jene ältere irrtümliche Deutung dieser Sekretelemente von Pax[3])

[1]) Hartig, Naturgesch. d. forstl. Kulturpflanzen, p. 545. Bot. Zeitung. 1862. p. 98. Hanstein, Milchsaftgefäße.

[2]) De Bary, Vergl. Anat. der Vegetationsorgaue. 1877. p. 157.

[3]) Englers Bot. Jahrb. VII. 1886. p. 258.

in seiner ersten Monographie mit übernommen worden, worauf schon Solereder[1]) aufmerksam gemacht hat.

Indem ich auf alle diese Literaturangaben verweise, welche außerdem noch nähere Aufschlüsse über die anatomische Natur dieser Sekretschläuche geben, will ich mich jetzt der Besprechung des Milchsaftes selbst zuwenden.

Angeregt durch die wertvollen und höchst interessanten Untersuchungen von Molisch[2]) habe ich den bei *A. platanoides* vorhandenen Milchsaft auf seine physikalischen und chemischen Eigenschaften hin geprüft, wobei sich, wie ich hier gleich bemerken will, herausgestellt hat, daß sich derselbe durch keine besonders charakterischen Verhältnisse, wie sie bei diesem Sekret nicht selten beobachtet sind, auszeichnet.

Ein Milchsafttropfen, der in reichlicher Menge aus dem durchschnittenen Blattstiel herausquoll, ließ unter dem Mikroskop äußerst zahlreiche, meist sehr kleine kugelige Tröpfchen erkennen, die in einer wässerigen Flüssigkeit suspendiert waren und sich zum Teil in Brownscher Molekularbewegung befanden. Diese kleinen Tröpfchen, deren Substanz, wie ich gleich vorwegnehmen will, ihrer physikalischen und chemischen Natur nach meines Erachtens dem Kautschuk am nächsten steht, waren stark lichtbrechend und von vollständig homogener Beschaffenheit. Dagegen zeigten sie im Polarisationsmikroskop betrachtet, ein wenig starkes Lichtbrechungsvermögen, welches an Intensität dem fetten Öles annähernd gleichkommt. An der Luft langsam oder durch schwaches Erwärmen schnell eingetrockneter Milchsaft bildet eine amorphe, zusammenhängende, fettartige, stark lichtbrechende Masse, die ein homogenes Aussehen hat. Die mit Hülfe von Lackmuspapier festgestellte Reaktion des Milchsaftes erwies sich als deutlich sauer.

Bezüglich seines Verhaltens den bekanntesten Lösungsmitteln anderer Stoffe gegenüber ist zu sagen, daß er in fast allen unlöslich ist und, soweit sich dies mikrochemisch nachweisen läßt, von ihnen nur selten, wie z. B. von konz. Schwefelsäure, angegriffen wird. Weder Wasser, Glyzerin, Eau de Javelle, verdünnte Säuren und Alkalien noch Olivenöl oder Terpentinöl wirken merklich verändernd auf ihn ein. Absoluter Alkohol oder Äther dagegen lösen dieses Sekret mehr oder weniger auf. Während aber nach Einwirkung von Äther ein kaum nennenswerter Rückstand bleibt, hinterläßt der Milchsaft nach Behandlung mit Alkohol eine größere Menge wenig lichtbrechenden Milchsaftgerinnsels, welches sich nach geringem Zufluß von Wasser und bei sanftem Druck auf das Deckglas leicht zu wurstartigen Massen ballen läßt, welche die physikalischen Eigenschaften des Kautschuks, soweit dies bei so kleinen Mengen möglich ist, erkennen lassen. Bemerkenswert ist auch, daß der

---

[1]) Solereder, System. Anat. 1899. p. 272.

[2]) Molisch, Studien über den Milchsaft und Schleimsaft der Pflanzen. 1901.

Milchsaft, auf Papier gebracht, keinen Fettfleck hinterläßt, weiter, daß Osmiumsäure, das ideale Reagenz auf fette Öle, keine Bräunung oder Schwarzfärbung hervorruft. Dagegen erwies sich das Sekret besonders reich an eiweißartigen Stoffen, da sowohl die Millonsche als auch die Raspailsche Reaktion deutlich eintrat. Die Xanthoproteïnsaure-Reaktion gab allerdings ein negatives Resultat.

Wie schon aus meinen vorhin besprochenen Sekretuntersuchungen hervorgegangen ist, werden vom Milchsaft leicht Farbstoffe aufgenommen. So ruft z. B. Jod-Jodkaliumlösung eine gelbe, wässrige, Methylenblaulösung eine blaue Färbung hervor. Meine Prüfungen auf Gerbstoff mit Eisenvitriol bezw. Kaliumbichromat, auf Glykose mit Fehlingscher Lösung[1]) auf Calcium mit konz. Schwefelsäure und auf Magnesium mit sekundärem Natriumphosphat und Ammoniak bei Gegenwart von Chlorammonium — alles Stoffe, die bisweilen im Milchsafte anderer Pflanzen angetroffen worden sind — fielen sämtlich negativ aus. Ebensowenig konnte ich das sonst nicht seltene Vorkommen von Alkaloiden oder Pflanzenbasen im Milchsaft mittelst konz. Salzsäure, welche dieselben durch Überführung in das salzsaure Salz meist zur Kristallisation bringt, konstatieren.

Ferner möchte ich noch anführen, daß nach dem Erwärmen des in Glyzerin befindlichen Milchsaftes dieser zu größeren Tropfen zusammenfließt und deutlich kleine und größere Vakuolen aufweist, die sich durch ihr besonderes Lichtbrechungsvermögen und durch die für sie bekannte rötliche Interferenzfarbe zu erkennen geben.

Interessant ist schließlich, daß das aus *A. Negundo* gewonnene milchsaftähnliche Sekret, mit Wasser geschüttelt, einen lange haltbaren Schaum hervorruft, der mit Rücksicht auf die sehr nahe Verwandtschaft der *Aceraceen* mit den *Sapindaceen* mit ziemlicher Sicherheit auf einen Saponingehalt des Sekretes zurückzuführen ist. Der Milchsaft von *A. platanoides* dagegen erwies sich beim Schütteln mit Wasser frei davon. Ich möchte bei dieser Gelegenheit noch ganz besonders aufmerksam machen auf die fast analogen Milchsaftverhältnisse, wie sie nach meinen Untersuchungen für die Gattung *Acer* charakteristisch sind, mit denen der *Sapindaceen*, bei welchen ebenfalls typischer Milchsaft sowie milchsaftähnliche Sekrete festgestellt worden sind, wobei ich auf die umfangreiche Arbeit von Radlkofer, Über die

[1]) Bekanntlich enthält der „Saft" vieler Ahornarten, der wahrscheinlich in den in Rede stehenden Idioblasten enthalten sein dürfte, im Frühjahr besonders größere Mengen von Zucker, welcher aus einigen Arten in Nordamerika technisch gewonnen wird (siehe Rosenthal, Synopsis plant. diaphor. p. 771; Husemann und Hilger, Pflanzenstoffe. II. p. 879. Dragendorf, Heilpflanzen. p. 405; Pax, Monographie im Pflanzenreich. p. 5). Bei Untersuchungen, die ich im Mai vornahm, konnte ich weder im wässrigen Safte von *A. Negundo* noch einer anderen Art Zucker nachweisen.

Gliederung der *Sapindaceen* und dessen Monographien[1]) verweisen möchte.

Vorschläge zur Verbesserung des Systems.

Zum Schluß des allgemeinen Teils möchte ich mir auf Grund meiner anatomischen Untersuchungen und mit Berücksichtigung der organographischen Verhältnisse erlauben, Vorschläge zwecks Änderung der systematischen Stellung einiger Arten zu machen:

I. *A. cissifolium* C. Koch, zuerst von Sieb. und Zucc.[2]) als *Negundo cissifolium* Sieb. et Zucc. aufgestellt und von Pax der Sektion III *Trifoliata* zugezählt, stimmt in folgenden anatomischen Verhältnissen, nämlich der Art der Behaarung, der nicht papillösen Ausbildung der unteren Epidermiszellen, dem Fehlen verschleimter Epidermiszellen und der Struktur des Mesophylls mit den Arten der Sektion VII *Negundo* überein. Ganz besonders aber ist bei *A. cissifolium* das Vorkommen ziemlich zahlreicher Kristallidioblasten im Mesophyll hervorzuheben, welche je einen relativ sehr großen Einzelkristall enthalten, der mehr oder weniger von kleinen Kristallmassen umgeben ist und mit seiner Hauptachse senkrecht zur Blattfläche steht. Diese höchst charakteristische Kristallbildung, die sich im durchfallenden Licht schon bei Lupenvergrößerung als helle durchsichtige Punkte im Blatt zu erkennen gibt, habe ich nur noch in der Sektion *Negundo*, und zwar hier durchgehends angetroffen. Dagegen besitzen alle Arten der Sektion III *Trifoliata* mit Ausnahme von *A. Henryi*, von dem ich kein Material erhalten konnte, eine Verschleimung der oberen Epidermiszellen und eine stark papillöse Ausbildung der unteren Epidermiszellaußenwände, zwei Verhältnisse, die bei der in Rede stehenden Art nicht vorkommen.

Allerdings paßt die Art nach der Beschaffenheit des Diskus' nicht in die Sektion *Negundo*, für welche bisher die völlige Reduktion desselben als charakteristisch angesehen wurde. Denn es ergab meine Untersuchung der männlichen Blüten von *A. cissifolium* einen stark ausgebildeten intrastaminalen Diskus, und ebenso war ein gleich stark entwickelter in den weiblichen Blüten zu beobachten[3]). Aber es passen auch die Diskusverhältnisse von *A. cissifolium* nicht für die Sektion III *Trifoliata*, für welche von Pax[4]) deutlich ein extrastaminaler Diskus hervorgehoben wird. Des weiteren möchte ich noch auf einen Widerspruch vonseiten Pax' durch die Einreihung von *A. cissifolium* in die Sektion *Trifoliata* aufmerksam machen, indem nämlich Pax

---

[1]) Sitzungsberichte der mathem.-physik. Klasse d. Akad. d. Wissensch. zu München. XX. 1890. p. 304.

[2]) Sieb. ei Zucc. in Abhandl. d. mathem.-physik. Klasse d. Münch. Akadem. d. Wissensch. IV. 2. 1846. p. 159.

[3]) Vergl. auch Pax in Englers Bot. Jahrb. VII. 1886. p. 204.

[4]) Englers Bot. Jahrb. VI. 1885. p. 326. Monographie des Pflanzenreichs, *Aceraceae*. 1902. p. 7.

für diese Verwandtschaftsgruppe andro-monoezische Blüten[1]) als Charakteristikum angibt, und *A. cissifolium* andro-dioezische oder rein dioezische Blüten nach Pax selbst besitzt. Auch weisen diese Blütenverhältnisse darauf hin, daß *A. cissifolium* den Vertretern der Sektion *Negundo* verwandtschaftlich sehr nahe steht, da dieselben sich vor allen anderen *Acer*-Arten durch den höchsten Grad der Vollkommenheit hinsichtlich der Trennung beider Geschlechter bis zu den rein dioezischen auszeichnen. Ferner zeigen die langen, vielblütigen, traubenartigen Infloreszenzen von *A. cissifolium* eine größere Übereinstimmung mit den weiblichen Blütenständen der Arten der Sektion *Negundo*, als mit den Blütenständen der übrigen von Pax zur Sektion *Trifoliata* gerechneten Arten, welche wenigblütig sind oder reicherblütige Trugdolden bilden. Schließlich, wenn auch die exomorphe Beschaffenheit der Laubblätter sowie die Stellung der Fruchtflügel zu einander relativ am wenigsten maßgebend für die Annahme verwandtschaftlicher Beziehungen sind, verdient es zum mindesten hervorgehoben zu werden, daß auch in diesen Punkten zwischen *A. cissifolium* und den Vertretern der Sektion *Negundo* die größte Ähnlichkeit herrscht.

Nach allen diesen Befunden halte ich es für das beste, eine eigene Sektion aufzustellen, die in die nächste Nähe von *Negundo* zu stehen käme. Dem würde auch nicht das Vorkommen der Art in Japan entgegen sein, da die in Nordamerika und Mexiko heimische Sektion *Negundo* an der Westküste Nordamerikas bis an das kalifornische Florengebiet reicht, welches viele verwandte Formen mit Japan teilt.

Zum Schlusse sei mit Rücksicht auf die Literatur noch bemerkt, daß außer Siebold und Zuccarini auch Miquel und Maximowicz[2]) für die nahe Verwandtschaft von *A. cissifolium* mit *A. Negundo* eingetreten sind.

II. Bei *A. distylum* und *A. parviflorum* habe ich allein eine höchst charakteristische Haarform, nämlich zweiarmige Trichome angetroffen, welche einen kurzen, einzellreihigen, meist zwei- oder dreizelligen Stiel und eine lange, dünnwandige, wagerechte, gleicharmige Endzelle mit wahrscheinlich drüsiger Funktion besitzen. Diese Tatsache berechtigt mich meiner Ansicht nach, die Frage aufzuwerfen, ob diese beiden Arten, welche von Pax in zwei verschiedene Sektionen gebracht worden sind, nicht in viel näherer verwandtschaftlicher Beziehung zu einander stehen. Ich bemerke gleich, daß auch die übrigen anatomischen Verhältnisse der Blattstruktur, wie z. B. die Kristallverhältnisse bei beiden Arten sehr übereinstimmende sind.

Von Pax wird *A. distylum* in die Sektion V *Indivisa* und *A. parviflorum* in die Sektion XI *Macrantha* gebracht. Wenn

---

[1]) Englers Bot. Jahrb. VI. 1885. p. 327 und VII. 1886. p. 204. Monographie des Pflanzenreichs, *Aceraceae*. p. 7.

[2]) Bulletin de l'acad. imp. des sc. de St. Petersbourg. XXVI. 1880. p. 450—451. Dort zitiert in Miquel Arch. Néerl. II. 472—473.

auch diese beiden Verwandtschaftsgruppen in systematischer Hinsicht rücksichtlich der exomorphen und endomorphen Verhältnisse unzweifelhaft äußerst nahe stehen, was allerdings in dem von Pax aufgestellten Stammbaum[1]) meines Erachtens nicht genügend zum Ausdruck kommt, so halte ich es dennoch auf Grund oben angeführter Befunde für angezeigt, die beiden Arten zusammenzustellen. Da nach Pax die Blüten von *A. distylum* als subperigyn angegeben werden, in der Sektion *Indivisa* die Blüten aber meist hypogyn, bei *Macrantha* aber stets perigyn sind, möchte ich empfehlen, *A. distylum* neben *A. parviflorum* in die Sektion *Macrantha* zu versetzen, wenn man es nicht vorzieht, die beiden Arten in eine neue Sektion zusammenzufassen.

III. Von Pax[2]) ist schon auf die Sonderstellung hingewiesen worden, die *A. macrophyllum* unter den anderen Arten der Sektion I *Spicata* einnimmt. Auch die anatomische Untersuchung ließ ebenfalls eine wesentliche Verschiedenheit in der Struktur gegenüber den in derselben Sektion befindlichen Arten erkennen. Besonders ist bei der in Rede stehenden Art hervorzuheben, daß bei ihr allein typischer Milchsaft in weitlumigen Zellen des Bastes der größeren Leitbündel vorkommt, was um so auffallender ist, als dieses Sekret nur in sehr nahe verwandten Arten und bei diesen fast durchgehends angetroffen wird. Dazu kommt noch, daß sich *A. macrophyllum* durch papillenartige bis wenig lange, schwach säbelartig gekrümmte, an der Basis mehr oder weniger stark zwiebelartig erweiterte Deckhaare, die meist mehrzellig sind, und durch sehr häufige Verschleimung der Innenwände der beiderseitigen Epidermiszellen vor sämtlichen anderen zu *Spicata* gehörenden Arten auszeichnet. (Siehe hierüber die charakteristischen Merkmale der Sektion I *Spicata* im speziellen Teil.)

Wenn auch die Blütenmerkmale, besonders die Insertion des Fruchtknotens und die Stellung der Staubblätter zum Diskus-Verhältnisse, die von Pax ganz besonders maßgebend für die systematische Stellung der *Acer*-Arten gehalten werden, eine Ansicht, die auch ich auf Grund meiner anatomischen Ergebnisse im allgemeinen als durchaus berechtigt anerkennen muß — bei *A. macrophyllum* für die Sektion *Spicata* passen, so halte ich es dennoch wegen der oben angeführten anatomischen Verschiedenheiten gegenüber allen anderen Repräsentanten der Sektion *Spicata* für angezeigt, *A. macrophyllum* von dieser abzugliedern. Ganz übereinstimmende anatomische Verhältnisse, wie papillenartige und mehrzellige, an der Basis erweiterte Deckhaare, sehr zahlreiche verschleimte Innenwände der beiderseitigen Epidermiszellen und typischen Milchsaft im Bast, habe ich nur in der Sektion IX *Platanoidea* angetroffen; auch sind hier die Kristallverhältnisse sowie die nicht papillöse Ausbildung der unterseitigen Epidermiszellen dieselben. Ferner habe ich beim

[1]) Englers Bot. Jahrb. VI. 1885. p. 329.
[2]) Englers Bot. Jahrb. VII. 1886. p. 190.

Vergleich der Blätter sowie der Früchte von *A. macrophyllum* mit denen der Vertreter der Sektionen *Spicata* einerseits und *Plantanoidea* andererseits, soweit sie mir zur Untersuchung zur Verfügung standen, den Eindruck gewonnen, daß eine unzweifelhaft viel größere Ähnlichkeit mit denen der Sektion *Plantanoidea* besteht. Während ich nämlich bei *Spicata* häufig eine kleingesägte bis gezähnte oder ähnliche Ausbildung des Blattrandes beobachtet habe, so besitzt *A. macrophyllum* diese Beschaffenheit nicht, ebenso wie auch die Arten der Sektion *Platanoidea*. Ferner läßt *A. macrophyllum* auch hinsichtlich der Nervatur eine größere Ähnlichkeit mit den Arten letzterer Sektion erkennen, da sich bei ihm vom Blattstiel aus je nach der Größe des Blattes fünf oder sieben Hauptnerven abzweigen, und sich diese Art der Nervatur vollständig mit der in der Sektion *Platanoidea* vorkommenden deckt, während bei *Spicata* eine Dreinervigkeit von der Basis der Blattlamina aus vorherrscht, dagegen sieben Hauptnerven sehr selten angetroffen werden.

Auf Grund aller dieser angeführten Tatsachen scheint mir, daß *A. macrophyllum* zur Sektion *Platanoidea* die größten verwandtschaftlichen Beziehungen hat. Doch halte ich es für Sache des Monographen, dem umfangreicheres Material zur Verfügung steht, die Entscheidung zu treffen, ob die genannte Art dieser Sektion zuzurechnen ist oder nicht. Was die geographische Verbreitung anlangt, so sind die Beziehungen von *A. macrophyllum* der Sektion *Platanoidea* gegenüber sicher nicht ungünstiger, als wie *Spicata* gegenüber. *A. macrophyllum* kommt von Alaska bis Süd-Kalifornien vor, in einem Gebiet, welches zum Teil, wie ich schon vorhin bei der systematischen Besprechung des *A. cissifolium* erwähnt habe, mit dem Japans und Chinas häufig verwandte Formen aufweist. Zudem zeigen die meisten Vertreter der Sektion *Platanoidea*, welche im japanisch-chinesischen Florengebiet vorkommen, die größte Ähnlichkeit der Blätter mit denen von *A. macrophyllum*. Trotzdem die Sektion *Spicata* relativ bei weitem die meisten Arten aufweist, ist außer *A. macrophyllum* nur noch *A. spicatum* in Nordamerika heimisch. Ganz abgesehen von den verschiedenen Florengebieten, die diese beiden Arten einnehmen, lassen sich zwischen beiden schon infolge des durchaus verschiedenartigen Habitus der Blätter keine verwandtschaftlichen Beziehungen herleiten, sodaß wir zu diesem Zweck, falls sich dennoch die dem *A. macrophyllum* von Pax gegebene systematische Stellung als richtig erwiese, ebenfalls gezwungen wären, nach dem Osten Asiens hinüberzugreifen.

IV. Eine weitere systematische Änderung betrifft *A. campestre*, welches zu der als *Campestria* bezeichneten Sektion gehört. Diese Art stimmt nämlich hinsichtlich des anatomischen Baues durchaus mit den Vertretern der Sektion *Platanoidea* überein, während sie von denen der Sektion *Campestria* merklich abweicht. Vor allem ist für *A. campestre* das Vorhandensein von typischem Milchsaft im Baste der größeren Ge-

fäßbündel, ferner die papillenartigen bis langen einfachen, einzelligen Deckhaare, die ziemlich kleinen dünnwandigen Drüsenhaare mit kurzem ein- oder zweizellreihigem Stiel, dem ein mehr oder weniger deutlich abgesetztes, annähernd kugeliges, vielzelliges Köpfchen aufsitzt, die ziemlich häufige Verschleimung der beiderseitigen Epidermiszellen und das Vorhandensein ziemlich zahlreicher, mit milchsaftähnlichem Inhalt erfüllter Idioblasten im Schwammgewebe hervorzuheben. Alle diese angeführten Verhältnisse sind nun auch für die Sektion *Platanoidea* charakteristisch und finden sich mit Ausnahme der Milchsaftidioblasten des Mesophylls, die ich überhaupt nur noch bei zwei Arten, und zwar ebenfalls bei Vertretern dieser Sektion, wenn auch hier allerdings nur ziemlich selten gefunden habe, durchgehends. Dagegen sind bei sämtlichen Arten der Sektion *Campestria*, *A. campestre* ausgenommen, weder typischer Milchsaft noch papillenartige Deckhaare, noch Drüsenhaare mit deutlich abgesetztem Köpfchen und meist auch keine Verschleimung der Epidermiszellen anzutreffen.

Wenn auch schon von Pax die große Verwandtschaft der Sektionen *Platanoidea* und *Campestria* erkannt worden ist und er dieselbe in dem von ihm aufgestellten Stammbaum[1]) deutlich zum Ausdruck bringt, glaube ich doch, daß es dem natürlichen Systeme mehr entspricht, wenn man *A. campestre* der Sektion *Platanoidea* angliedert, wodurch sich gleichzeitig die logische Notwendigkeit ergeben würde, der Sektion *Campestria* einen anderen Namen zu geben. Bezüglich der von Pax angegebenen Unterschiede der Sektionen *Platanoidea* und *Campestria*, Unterschiede, die im Vergleich zu den Unterscheidungsmerkmalen anderer Sektionen keine sehr wesentlichen sind, kann ich nicht die geringste Schwierigkeit erblicken, welche sich der eben von mir vorgeschlagenen systematischen Änderung in den Weg stellen könnte. Die Ansicht, daß die zugespitzten Blattlappen für die Sektion *Platanoidea* charakteristisch sind, wodurch sich diese in praktischer Hinsicht von der Sektion *Campestria* unterscheidet, wie aus dem von Pax im Jahre 1885 aufgestellten Systeme[2]) hervorgeht, ist durch das spätere Auffinden des *A. Miyabei* mit seinen stumpflichen Blattlappen und durch das Einreihen in die Sektion *Platanoidea* aufgegeben worden, sodaß mit der Überführung des *A. campestre* mit den bekannten stumpfen Blattzipfeln in dieselbe Sektion keine wesentlich neuen morphologischen Verhältnisse hineingetragen werden. Auch spricht die bei *A. campestre* vorhandene ausgesprochene Fünflappigkeit der Blätter, der wir bei sämtlichen Arten der Sektion *Campestria* in viel geringerem Maße begegnen, und die meist sogar bis zur typischen Dreilappigkeit zurückgeht, deutlich dafür, daß wenigstens nach unseren augenblicklichen Kenntnissen *A. campestre* mindestens als Bindeglied zwischen dieser Sektion und der

---

[1]) Englers Bot. Jahrb. VI. 1885. p. 329.
[2]) Ebenda p. 327.

Sektion *Platanoidea* anzusehen ist, bei der die Differenzierung des Blattes, indem sie eine Fünf- bis Siebenlappigkeit aufweist, eine vorgeschrittenere ist.

Meines Erachtens sind aber auf Grund oben angeführter Tatsachen die verwandtschaftlichen Beziehungen des *A. campestre* zu den Arten der Sektion *Platanoidea* größere, als wie zu den Vertretern der Sektion *Campestria*. Demnach ist auch die von mir vorgeschlagene systematische Änderung gerechtfertigt, wenn auch vielleicht die Stellung von *A. campestre* in der Sektion *Campestria* nach Pax den praktischen Gesichtspunkten mehr Rechnung trägt. Rücksichtlich des von *A. campestre* eingenommenen Florengebietes, welches Mitteleuropa und das Mittelmeergebiet umfaßt, möchte ich noch kurz bemerken, daß auch mehrere Arten der Sektion *Platanoidea* diese Länder als Heimat für sich in Anspruch nehmen.

V. Ein weiteres systematisches Ergebnis bezieht sich auf die Arten der Sektion *Lithocarpa*. Bei der vergleichend-anatomischen Untersuchung der Blattstruktur ist mir aufgefallen, daß vor allem *A. barbinerve* und *A. argutum* in zwei wichtigen Strukturverhältnissen (Ausscheidungsweise des oxalsauren Kalkes und Fehlen von typischem Milchsaft), welche im allgemeinen Sektionswert haben, von den übrigen Arten durchaus abweichen. Was zunächst die Kristallverhältnisse anlangt, so finden sich bei den beiden in Rede stehenden Arten sowohl in Begleitung der Gefäßbündel, als auch im Schwammgewebe mehr oder weniger zahlreiche typische bezw. sphäritenartige Drusen, bei *A. barbinerve* daneben sehr selten auch Einzelkristalle, während die übrigen Arten in den Nerven zahlreiche meist mittelgroße Einzelkristalle und überhaupt keine Drusen enthalten. Der typische Milchsaft kommt bei allen Arten der Sektion außer *A. barbinerve*, *A. argutum* und *A. villosum* vor. Um gleich *A. villosum* vorwegzunehmen, so nimmt dieses rücksichtlich der angeführten anatomischen Charaktere gewissermaßen eine Mittelstellung zwischen *A. barbinerve* und *A. argutum* einerseits und den übrigen *Lithocarpa*-Arten anderseits ein, während aber eine Loslösung von den übrigen typischen Milchsaft besitzenden Vertretern der Sektion *Lithocarpa* auf Grund der exomorphen Verhältnisse und auch aus pflanzengeographischen Gründen unzulässig erscheint.

Dagegen möchte ich die Frage aufwerfen, ob *A. barbinerve* und *A. argutum* nicht besser als eigene Sektion von den übrigen *Lithocarpa*-Arten abgetrennt werden können. Auch gewiße exomorphe Strukturverschiedenheiten, wie Blattextur und Stellung der Fruchtflügel sind dieser systematischen Änderung nicht ungünstig. Schließlich will ich auch noch bemerken, daß schon Maximowicz[1], ein hervorragender systematischer Forscher, die beiden in Rede stehenden Arten als eine engere systematische

---

[1]) Bulletin de l'acad. imp. des sc. de St. Petersbourg XXVI. 1880. p. 439.

Gruppe gegenüber anderen Arten der Sektion *Lithocarpa* zusammengefaßt hat.

VI. Bei der Untersuchung der im Münchener Herbar befindlichen und als *A. acuminatum* Wall. bezeichneten Pflanze stellte es sich heraus, daß dieselbe rücksichtlich der anatomischen Verhältnisse des Blattes wesentlich von den Arten der Sektion I *Spicata* abweicht, zu der *A. acuminatum* gerechnet wird, und rücksichtlich der Blütenverhältnisse durch einen intrastaminalen Diskus ausgezeichnet ist, während Pax für *A. acuminatum* Wall. einen extrastaminalen Diskus angibt. Da nun auch *A. pectinatum* Wall. (aus der Sektion XI *Macrantha)* schon mit *A. acuminatum* Wall. verwechselt worden ist, war die Veranlassung gegeben, eine nochmalige Prüfung der von Pax zu diesen Arten gerechneten Materialien vorzunehmen.[1])

Zu *A. pectinatum* zählt Pax die drei folgenden:

1. Fruchtexemplar von Hooker f. et Thomson, H. B. mit typisch dreilappigen Blättern und annähernd wagerechten Fruchtflügeln.[2])
2. Fruchtexemplar von Gammie, H. B.; ganz übereinstimmend mit dem Fruchtexemplar von Hoocker f. et Thomson.
3. Blütenexemplar von Kings Collector aus dem Sikkim Himalaya, H. B. mit fünflappigen Blättern und intrastaminalem Diskus; offenbar die Grundlage für Fig. 12 B. und C. der Paxschen Monographie bildend.

Bei *A. acuminatum* führt Pax Exemplare von Hooker f. et Thomson sowie von King an.

Im Berliner Herbar befinden sich zwei von Pax eingesehene Exemplare von Hooker f. et Thomson, die zusammengehören und fünflappige Blätter haben, ein Blütenexemplar mit extrastaminalem Diskus und ein Fruchtexemplar mit annähernd parallel gerichteten Fruchtflügeln.

Das oben erwähnte als *A. acuminatum* bezeichnete Material des Herb. Zuccar., das mit Blüten und Früchten versehen ist, zeigt dagegen einen intrastaminalen Diskus und unter sehr stumpfem Winkel auseinandertretende Fruchtflügel.

Aus den angeführten Angaben muß wohl gefolgert werden erstens, daß in der von Pax als *A. pectinatum* Wall. angesehenen Art zwei Arten stecken, und zweitens, daß das als *A. acuminatum* Wall. bezeichnete Münchener Exemplar nicht zu der von Pax als *A. acuminatum* angesprochenen Art gehören kann. Schließlich sind die exomorphen Verhältnisse des von Pax als *A. pectinatum* bezeichneten Exemplares von King und des Münchener Exemplares so übereinstimmend, daß dieselben wohl zusammengehören und einer dritten von den bei Pax als *Acer*

---

[1]) Hierbei fand ich gütige Unterstützung durch Herrn Prof. Dr. Solereder, welcher die exomorphen Verhältnisse eines Teiles der in Betracht kommenden Materialien im Berliner Museum eingesehen hat, wofür ich ihm auch an dieser Stelle noch meinen ergebensten Dank ausspreche.

[2]) Ganz so wie in Fig. 12 A. der Paxschen Monographie.

pectinatum Wall. und *A. acuminatum* Wall. angesehenen Arten verschiedenen Spezies zugehören.

Um eine weitere Stütze für die eben ausgesprochene Anschauung zu gewinnen, habe ich auch eine anatomische Untersuchung der Blattstruktur der angeführten Materialien vorgenommen, über welche im speziellen Teil Näheres zu finden ist. Aus derselben hat sich ergeben, daß alle Materialien in den wesentlichen Merkmalen annähernd übereinstimmen, und ebenso die beiden zu einer dritten Art vereinigten Exemplare von King und aus München rücksichtlich besonders entwickelter Drusenhaare bezw. Drüsenzotten.

Übersicht über die wichtigsten anatomischen Verhältnisse der untersuchten *Acer*-Arten mit Berücksichtigung ihrer Verteilung auf die einzelnen Sektionen.

I. Epidermis.

1. Epidermiszellen mit „geraden oder schwach gebogenen" Seitenrändern.

a) beiderseits; Arten der

Sektion I. *Spicata*: *A, tataricum, A. ginnala, A. Boscii, A. hybridum, A. creticum, A. caesium. A. Heldreichii, A. pseudo-platanus, A. macrophyllum, A. Oliverianum, A. Campbellii, A. erianthum, A. sinense, A. sericeum.* — Sektion III. *Trifoliata: A. mandschuricum.* — Sektion IV. *Integrifolia: A. niveum, A. Schwerinii.* — Sektion V. *Indivisa: A. sikkimense, A. Hookeri, A. laxiflorum, A. crataegifolium. A. Veitchii.* — Sektion VI. *Rubra: A. Drummondii, A. tomentosum, A. saccharinum.* — Sektion VII. *Negundo: A. Negundo, A. californicum, A. mexicanum.* — Sektion VIII. *Glabra: A. glabrum.* — Sektion X. *Campestria: A. monspessulanum. A. cinerascens.* — Sektion XI. *Macrantha: A. pectinatum, A. tegmentosum. A. pennsylvanicum, A. Tschonoskii.* — Sektion XII. *Lithocarpa: A. villosum.* — Sektion XIII. *Saccharina: A. saccharum, A. floridanum.*

b) nur oberseits: Arten der

Sektion I. *Spicata: A. acuminatum, A. Trautvetteri, A. spicatum.* — Sektion II. *Palmata: A. circumlobatum, A. Sieboldianum, A. palmatum.* — Sektion V. *Indivisa: A. distylum, A. Davidii.* — Sektion IX. *Platanoidea: A. truncatum. A. pictum, A. Lobelii. A. neglectum.* — Sektion XI. *Macrantha: A. capillipes, A. rufinerve, A. micranthum.* — Sektion XII. *Lithocarpa: A. Thomsonii, A. purpurascens, A. argutum.*

c) nur unterseits: Arten der

Sektion I. *Spicata: A. trifidum, A. trinerve, A. Duretti, A. insigne, A. ramosum.* — Sektion III. *Trifoliata: A. sutchuense, A. griseum.* — Sektion IV. *Integrifolia: A. oblongum, A. laevigatum.* — Sek-

tion VI. *Rubra: A. rubrum.* — Sektion X. *Campestria: A. obtusatum, A. italum, A. syriacum, A. orientale.*

2. Epidermiszellen mit stärker gebogenen Seitenrändern, die im speziellen Teil schlechthin als „gebogen" bezeichnet sind.

a) beiderseits: Art der
Sektion II. *Palmata: A. japonicum.*

b) nur oberseits: Arten der
Sektion I. *Spicata: A. trifidum, A. circinatum.* — Sektion IX. *Platanoidea: A. laetum, A. platanoides.* — Sektion X. *Campestria: A. syriacum.* — Sektion XI. *Macrantha: A. parviflorum.* — Sektion XII. *Lithocarpa: A. diabolicum.*

c) nur unterseits: Arten der
Sektion I. *Spicata: A. acuminatum.* — Sektion II. *Palmata: A. circumlobatum, A. Sieboldianum, A. palmatum.* — Sektion V. *Indivisa: A. distylum, A. Davidii.* — Sektion X. *Campestria: A. campestre, A. rotundilobum.* — Sektion XI. *Macrantha: A. capillipes, A. rufinerve.* — Sektion XII. *Lithocarpa: A. purpurascens, A. argutum.*

3. Epidermiszellen mit stark gebogenen Seitenrändern, die im speziellen Teil als „gewellt" bezeichnet sind.

a) beiderseits: Arten der
Sektion III. *Trifoliata: A. cissifolium.* — Sektion V. *Indivisa: A. carpinifolium.* — Sektion XII. *Lithocarpa: A. barbinerve.* — Sektion XIII. *Saccharina: A. leucoderme.*

b) nur oberseits: Arten der
Sektion I. *Spicata: A. trinerve. A. Duretti, A. insigne, A. ramosum.* — Sektion III. *Trifoliata: A. sutchuense, A. nikoense, A. griseum.* — Sektion IV. *Integrifolia: A. oblongum, A. laevigatum.* — Sektion VI. *Rubra: A. rubrum.* — Sektion IX. *Platanoidea: A. Miyabei.* — Sektion X. *Campestria: A. campestre, A. obtusatum, A. rotundilobum, A. italum, A. orientale.* — Sektion XIII. *Saccharina: A. grandidentatum.*

c) nur unterseits: Arten der
Sektion I. *Spicata: A. spicatum.* — Sektion II. *Palmata: A. circinatum.* — Sektion IX. *Platanoidea: A. Lobelii, A. laetum, A. platanoides.* — Sektion XI. *Macrantha: A. parviflorum.* — Sektion XII. *Lithocarpa: A. Thomsonii, A. diabolicum.*

4. Unterseitige Epidermiszellen mit „gebogenen" und bisweilen „zackigen" Seitenrändern.

Arten der
Sektion I. *Spicata: A. Trautvetteri.* — Sektion III. *Trifoliata: A. nikoense.* — Sektion IX. *Platanoidea: A. truncatum, A. neglectum. A. Miyabei.* — Sektion XI. *Macrantha: A. micranthum.* Sektion XIII. *Saccharina: A. grandidentatum.*

5. Unterseitige Epidermiszellen, die teils klein, teils groß und meist sehr unregelmäßig gestaltet sind. Die kleinen Zellen haben annähernd gleiche Durchmesser und besitzen in der Flächenansicht im allgemeinen gebogene Seitenränder. Die großen Zellen sind langgestreckt und ziemlich schmal; sie liegen häufig zu

mehreren beisammen und stoßen meist mit ihren geraden Längswänden aneinander.

Arten der

Sektion II. *Palmata: A. japonicum, A. circumlobatum, A. Sieboldianum, A. palmatum, A. circinatum.* — Sektion IV. *Integrifolia: A. laevigatum.* — Sektion IX. *Platanoidea: A. pictum.*

6. Oberseitige Epidermiszellen mit gebogenen Seitenrändern. Ziemlich häufig sind diese Zellen durch je eine dünnere in der Flächenansicht gradlinige Vertikalwand geteilt.

Art der

Sektion X. *Campestria: A. orientale.*

7. Außenwände der oberseitigen Epidermiszellen mit schwach warzen- bis wallartigen Verdickungen versehen.

Art der

Sektion V. *Indivisa: A. Hookeri.*

8. Unterseitige Epidermiszellen im Querschnitt hoch.

Arten der

Sektion V. *Indivisa: A. crataegifolium, A. Veitchii.*

Bei sämtlichen übrigen Arten tafelförmig.

9. Ziemlich häufig Zellen der unterseitigen Epidermis mit gerbstoffartigem Inhalt.

Art der

Sektion XII. *Lithocarpa: A. villosum.*

10. Unterseitige Epidermis, deren Zellen bisweilen je ein oder zwei kleine Einzelkristalle enthalten.

Arten der

Sektion I. *Spicata: A. erianthum.* — Sektion IV. *Integrifolia: A. oblongum.*

11. Unterseitige Kutikula gestreift.

Arten der

Sektion V. *Indivisa: A. sikkimense, A. Hookeri, A. Davidii, A. crataegifolium, A. Veitchii.* — Sektion XI. *Macrantha: A. pectinatum, A. capillipes, A. tegmentosum, A. pennsylvanicum, A. rufinerve, A. micranthum, A. Tschonoskii.*

Bei allen anderen Arten glatt.

12. Kutikula mit Wachsschicht bedeckt.

a) mit dünner (bewirkt ein helles Aussehen der Blattfläche),

α) oberseits: Art der

Sektion IV, *Integrifolia: A. niveum.*

β) unterseits: Arten der

Sektion I. *Spicata: A. Boscii, A. hybridum, A. Duretti, A. caesium, A. pseudo-platanus.* — Sektion VI. *Rubra: A. rubrum, A. tomentosum.* — Sektion X. *Campestria: A. rotundilobum, A. monspessulanum.* — Sektion XI. *Macrantha: A. micranthum.* — Sektion XIII. *Saccharina: A. grandidentatum.*

b) mit dicker (die Blattfläche erscheint weiß),

nur unterseits: Arten der

Sektion IV. *Integrifolia: A. niveum.* — Sektion VI. *Rubra: A. Drummondii, A. saccharinum.*

13. Außenwände der oberseitigen Epidermiszellen vorgewölbt.

Arten der

Sektion I. *Spicata: A. tataricum, A. caesium, A. acuminatum, A. erianthum, A. sericeum, A. ramosum.* — Sektion II. *Palmata: A. Sieboldianum.* — Sektion III. *Trifoliata: A. mandschuricum, A. griseum.* — Sektion VII. *Negundo: A. mexicanum.* — Sektion XI. *Macrantha: A. pectinatum, A. tegmentosum, A. Tschonoskii.* — Sektion XII. *Lithocarpa: A. villosum, A. Thomsonii, A. diabolicum, A. purpurascens.* — Sektion XIII. *Saccharina: A. grandidentatum.*

14. Außenwände der unterseitigen Epidermiszellen.

a) mehr oder weniger vorgewölbt bis subpapillös:

Arten der

Sektion I. *Spicata: A. tataricum, A. trifidum, A. trinerve, A. Boscii, A. creticum.* — Sektion IV. *Integrifolia: A. Schwerinii.* — Sektion VI. *Rubra: A. rubrum, A. Drummondii, A. tomentosum, A. saccharinum.* — Sektion X. *Campestria: A. campestre, A. obtusatum, A. rotundilobum, A. italum, A. cinerascens.* — Sektion XI. *Macrantha: A. pennsylvanicum.* — Sektion XII. *Lithocarpa: A. Thomsonii.* — Sektion XIII. *Saccharina: A. grandidentatum, A. saccharum, A. floridanum, A. leucoderme.*

b) papillös. Papillen halbkugelig bis stumpf kegelförmig:

Arten der

Sektion I. *Spicata: A. caesium, A. sinense.* — Sektion III. *Trifoliata: A. sutchuense, A. griseum.* — Sektion X. *Campestria: A. monspessulanum.*

c) papillös. Papillen stark entwickelt. Diese teils flaschenförmig oder zitzenartig, teils halbkugelig bis stumpf kegelförmig oder an der Spitze platt gedrückt:

Arten der

Sektion I. *Spicata: A. hybridum, A. Duretti, A. Trautvetteri, A. Heldreichii.* — Sektion III. *Trifoliata: A. mandschuricum, A. nikoense.* — Sektion VIII. *Glabra: A. glabrum.*

d) papillös. Papillen sehr stark entwickelt. Gestalt derselben wie bei c), nur etwas länger. Hin und wieder sind sie auch an der Spitze etwas eingesenkt und erscheinen dadurch mehr oder weniger deutlich zweilappig. Über den Spaltöffnungen neigen sie häufig zusammen.

Arten der

Sektion I. *Spicata: A. insigne, A. pseudo-platanus, A. sericeum, A. ramosum.*

e) subpapillös, seltener halbkugelig, hin und wieder auch stumpf kegelförmig. An der Bildung je einer papillösen Vorwölbung sind meist mehrere Epidermiszellen beteiligt.

Art der

Sektion IV. *Integrifolia: A. niveum.*

15. Epidermis-Innenwände beiderseits nicht verschleimt.

Arten der

Sektion I. *Spicata: A. creticum, A. Duretti, A. acuminatum, A. pseudo-platanus, A. Oliverianum, A, Campbellii.* — Sektion III. *Trifoliata: A. cissifolium.* — Sektion IV. *Integrifolia: A. niveum,*

A. oblongum, A. laevigatum. — Sektion V. *Indivisa: A. carpinifolium, A. laxiflorum.* — Sektion VII. *Negundo:* sämtliche Arten. — Sektion X. *Campestria: A. rotundilobum. A. italum, A. syriacum, A. orientale.* — Sektion XI. *Macrantha: A. parviflorum.* — Sektion XII. *Lithocarpa:* sämtliche Arten mit Ausnahme von *A. argutum.*

16. Epidermis-Innenwände beiderseits verschleimt.

Arten der

Sektion I. *Spicata: A. tataricum, A. Trautvetteri, A. Heldreichii, A. spicatum, A. macrophyllum.* — Sektion V. *Indivisa:* sämtliche Arten außer *A. carpinifolium* und *A. laxiflorum.* — Sektion VIII. *Glabra: A. glabrum.* — Sektion IX. *Platanoidea:* sämtliche Arten. Sektion X. *Campestria: A. campestre.* — Sektion XI. *Macrantha:* sämtliche Arten außer *A. parviflorum.* — Sektion XII. *Lithocarpa: A. argutum.*

Bei sämtlichen anderen in diesen beiden Gruppen nicht aufgeführten Arten sind die Innenmembranen der oberen Epidermiszellen verschleimt, dagegen nicht die der unteren.

II. Spaltöffnungen.

1. unterseits:

bei sämtlichen Arten.

2. auch oberseits vereinzelt in der Nähe der größeren Nerven.

Arten der

Sektion II. *Palmata: A. japonicum.* — Sektion III. *Trifoliata: A. cissifolium.* — Sektion V. *Indivisa: A. carpinifolium.* — Sektion XII. *Lithocarpa: A. barbinerve, A. argutum.*

3. ungleichmäßig auf der Epidermis verteilt:

Arten der

Sektion V. *Indivisa: A. Davidii, A. crataegifolium, A. Veitchii.* — Sektion XI. *Macrantha: A. rufinerve, A. micranthum.*

Bei allen übrigen Arten gleichmäßig verteilt.

III. Mesophyll.

1. zentrisch bis zubzentrisch:

Arten der

Sektion I. *Spicata: A. Campbellii.* — Sektion II. *Palmata: A. palmatum.* — Sektion VII. *Negundo: A. Negundo, A. mexicanum.* — Sektion X. *Campestria: A. syriacum.* — Sektion XI. *Macrantha: A. capillipes (?)*

Bei sämtlichen anderen Arten bifazial.

2. Palisadengewebe mehr als einschichtig:

Arten der

Sektion I. *Spicata: A. Boscii, A. macrophyllum, A. Campbellii.* — Sektion II. *Palmata: A. palmatum.* — Sektion IV. *Integrifolia: A. niveum.* — Sektion VII. *Negundo: A. Negundo, A. mexicanum.* — Sektion X. *Campestria: A. orientale.* — Sektion XI. *Macrantha: A. capillipes.*

Bei allen übrigen Arten einschichtig.

3. Wurstförmige bis annähernd kugelige Schleimidioblasten im Mesophyll:

Arten der

Sektion IV. *Integrifolia: A. oblongum, A. laevigatum.*

4. Kugelige oder etwas langgestreckte und dickwandigere Idioblasten mit milchsaftähnlichem Inhalt im Schwammgewebe:

Arten der

Sektion IX. *Platanoidea: A. pictum, A. neglectum.* — Sektion X. *Campestria: A. campestre.*

IV. Gefäßbündelsysteme der größeren Nerven von keinem geschlossenen Sklerenchymmantel umgeben:

Arten der

Sektion III. *Trifoliata: A. sutchuense (?)* — Sektion V. *Indivisa:* bei sämtlichen Arten mit Ausnahme von *A. carpinifolium* und *A. Hookeri.* — Sektion XI. *Macrantha: A. tegmentosum (?).*

Alle übrigen Arten mit geschlossenem Sklerenchymmantel.

V. Typischer Milchsaft in weitlumigen Zellen des Bastes der größeren Leitbündel:

Arten der

Sektion I. *Spicata: A. macrophyllum.* — Sektion IX. *Platanoïdea:* alle Arten. — Sektion X. *Campestria: A. campestre.* — Sektion XII. *Lithocarpa: A. Thomsonii, A. diabolicum, A. purpurascens.*

VI. Kristalle:

1. Ausschließlich resp. hauptsächlich Einzelkristalle von der gewöhnlichen Form, vorwiegend in Begleitung der Gefäßbündel:

Arten der

Sektion I. *Spicata:* sämtliche Arten mit Ausnahme von *A. spicatum.* — Sektion II. *Palmata:* sämtliche Arten. — Sektion III. *Trifoliata:* sämtliche Arten mit Ausnahme von *A. cissifolium.* — Sektion IV. *Integrifolia:* sämtliche Arten. — Sektion V. *Indivisa: A. carpinifolium.* — Sektion IX. *Platanoidea* und Sektion X. *Campestria:* sämtliche Arten. — Sektion XII. *Lithocarpa: A. villosum, A. Thomsonii, A. diabolicum, A. purpurascens.* — Sektion XIII. *Saccharina:* sämtliche Arten.

2. Vorwiegend große Einzelkristalle, die mit ihrer Hauptachse senkrecht zur Blattfläche stehen, in besonderen Kristallidioblasten im Mesophyll:

Arten der

Sektion III. *Trifoliata: A. cissifolium.* — Sektion VII. *Negundo:* sämtliche Arten.

3. Ausschließlich resp. hauptsächlich Drusen, vorwiegend in Begleitung der Gefäßbündel:

Arten der
Sektion I. *Spicata: A. acuminatum, A. spicatum.* — Sektion VI. *Rubra:* sämtliche Arten. — Sektion XII. *Lithocarpa: A. barbinerve, A. argutum.*

4. Hauptsächlich Drusen, bisweilen in besonderen Kristallidioblasten vorwiegend im Mesophyll:
Arten der
Sektion V. *Indivisa:* sämtliche Arten mit Ausnahme von *A. carpinifolium.* — Sektion VIII. *Glabra: A. glabrum.* Sektion XI. *Macrantha:* sämtliche Arten.

VII. Trichome.

1. Außer einfachen, einzelligen Deckhaaren mehrzellige:
Arten der
Sektion I. *Spicata: A. macrophyllum.* — Sektion IX. *Platanoidea: A. truncatum, A. Lobelii, A. laetum, A. platanoides.* — Sektion XI. *Macrantha: A. parviflorum, A. micranthum.* — Sektion XII. *Lithocarpa: A. argutum.*

2. Deckhaare nicht beobachtet:
Arten der
Sektion III. *Trifoliata: A. mandschuricum.* — Sektion IV. *Integrifolia: A. niveum.* — Sektion V. *Indivisa: A. sikkimense, A. distylum, A. Davidii, A. crataegifolium. A. Veitchii.* — Sektion VIII. *Glabra: A. glabrum.* — Sektion X. *Campestria: A. orientale.* — Sektion XI. *Macrantha:* sämtliche Arten außer *A. parviflorum* und *A. micranthum.*

Bei sämtlichen anderen in diesen beiden Gruppen nicht aufgeführten Arten einfache, einzellige Deckhaare.

3. Lange, einzellreihige, vielzellige Drüsenhaare oder solche, die sich von diesen ableiten:
Arten der
Sektion V. *Indivisa:* alle Arten mit Ausnahme von *A. carpinifolium* und *A. distylum.* — Sektion VI. *Rubra: A. rubrum.* — Sektion XI. *Macrantha:* sämtliche Arten außer *A. parviflorum.*

4. Zweiarmige Haare von anscheinend drüsiger Natur mit kurzem, wenigzelligem Stiel und langer, wagerechter Endzelle:
Arten der
Sektion V. *Indivisa: A. distylum.* — Sektion XI. *Macrantha: A. parviflorum.*

5. Drüsenhaare nicht beobachtet.
Arten der
Sektion II. *Palmata: A. circumlobatum, A. palmatum, A. circinatum.* — Sektion III. *Trifoliata: A. mandschuricum.* — Sektion IV. *Integrifolia: A. niveum.*

Bei sämtlichen anderen in den letzten drei Gruppen nicht aufgeführten Arten sind nicht sehr große, annähernd keulenförmige Drüsenhaare vorhanden, deren Haupttypus Haare mit ein- oder zweizellreihigem, gewöhnlich fünf- resp. zehnzelligem Stiel und dünnwandigem, vielzelligem Köpfchen darstellen. Oder es kommen bei

ihnen Haare vor. die sich leicht von diesem Typus ableiten lassen, insofern als Stiel bezw. Köpfchen aus einer größeren oder kleineren Anzahl Zellen besteht.

Abkürzungen.

Absch. = Abscheidung
allg. = allgemein
allm. = allmählich
annäh. = annähernd
auff. = auffallend
ausgew. = ausgewachsen
ausgez. = ausgezeichnet
Ausn. = Ausnahme
äuß. = äußerst
Außenw. = Außenwand
außerd. = außerdem
Basalz. = Basalzellen
bedeut. = bedeutend
Begl. = Begleitung
Begl.-Gew. = Begleitgewebe
bes. = besonders
best. = bestehen
bild. = bilden
bisw. = bisweilen
Bl. = Blatt
Bl.-Ob. = Blattoberseite
Bl.-Unt. = Blattunterseite
Deckh. = Deckhaare
deutl. = deutlich
dickw. = dickwandig
Drüsenh. = Drüsenhaare
dünnw. = dünnwandig
ebenf. = ebenfalls
einf. = einfach
einspr. = einspringen
Einzelkr. = Einzelkristalle
einz. = einzellig
einzellr. = einzellreihig
Eisod. = Eisodialleisten
ellips. = ellipsoidisch
ellipt. = elliptisch
engl. = englumig
entw. = entweder
entwick. = entwickelt
Epid. = Epidermis
erweit. = erweitert
etw. = etwas
Fl.-A. = Flächenansicht
flaschenf. = flaschenförmig
gebog. = gebogen
Gefäßb. = Gefäßbündel
gegens. = gegenseitig
gestr. = gestreift
gew. = gewöhnlich
H. B. = Herbarium Berolinensis
H. E. = Herbarium Erlangensis
H. M. = Herbarium Monacense
H. P. = Herbarium Parisiense
h. u. h. = hin und her
h. u. w. = hin und wieder
häuf. = häufig
Hauptn. = Hauptnerv
Horizontalw. = Horizontalwand
Idiobl. = Idioblasten
Innen-M. = Innenmembran
Interzell. = Interzellulare
isodiam. = isodiametrisch
kegelf. = kegelförmig
keulena. (f.) = keulenartig (förmig)
Kollench. = Kollenchym
konz. = konzentriert
konjug. = konjugiert
kreisr. (f.) = kreisrund (förmig)
Krist. = Kristall
Krist.-Aggr. = Kristallaggregate
Krist.-Kongl. = Kristallkonglomerate
Krist.-I. = Kristallidioblasten
Krist.-M. = Kristallmassen
kugel. = kugelig
kult. = kultiviert
Kutik. = Kutikula
Längsw. = Längswände
leistenf. = leistenförmig
lichtbr. = lichtbrechend
makrosk. = makroskopisch
mehr o. wen. = mehr oder weniger
Mesoph. = Mesophyll
mögl. = möglich
Nebenz. = Nebenzellen
netza. = netzartig
o. = oder
ob. = oben
Oberfl. = Oberfläche
obers. = oberseitig
Pal.-Gew. = Palisadengewebe
palisadena. = palisadenartig
papillena. = papillenartig
quadrat. = quadratisch
Querschn. = Querschnitt
reichl. = reichlich
relat. = relativ
rosettena. (f.) = rosettenartig (förmig)
säbela. = säbelartig
sämtl. = sämtlich
schlauchf. = schlauchförmig
Scheidew. = Scheidewand
Schw.-Gew. = Schwammgewebe
schw. = schwach
Seitenr. (w.) = Seitenrand (wand)

skler. = sklerosiert
Skler.-R. = Sklerenchymring
Sp.-Öffn. = Spaltöffnungen
spärl. = spärlich
sphäritena. = sphäritenartig
stäbchena.(f.) = stäbchenartig (förmig)
Taf. = Tafel
tonnenf. (a.) = tonnenförmig (artig)
Trich. = Trichome
typ. = typisch
u. = und
umgeb. = umgebogen
unregelm. = unregelmäßig
unt. = unten
unterbr. = unterbrochen
Verdick. = Verdickung
Verl. = Verlauf
verschl. = verschleimt
Vertikalw. = Vertikalwand
verw. = verwachsen
vielz. = vielzellig
vollst. = vollständig
vorgew. = vorgewölbt
vorh. = vorhanden
vorw. = vorwiegend
wen. = wenig
weitl. = weitlumig
wesentl. = wesentlich
Wink. = Winkel
Z. = Zelle
zahlr. = zahlreich
Zellw. = Zellwand
zieml. = ziemlich
zitzena. = zitzenartig
zusammeng. = zusammengezogen
zwiebela. = zwiebelartig.

Sektion I. *Spicata.*

Für diese Sektion, welche die größte Zahl der Arten enthält und auch die weitestete geographische Verbreitung hat, lassen sich nur wenige gemeinsame anatomische Merkmale der Blattstruktur aufstellen. Für sämtliche Arten (mit Ausnahme von *A. macrophyllum*, welches auf Grund der anatomischen Merkmale aus der Sektion auszuscheiden hat, siehe hierüber die systematischen Bemerkungen am Schlusse des allgemeinen Teils), sind einzellige Deckhaare, die fast stets lang und an der Basis meist zusammengezogen, niemals aber zwiebelartig erweitert sind, sowie mit Ausnahme von *A. acuminatum* und *A. spicatum* vorwiegend Einzelkristalle in Begleitung der Gefäßbündel charakteristisch. Auch die Ausbildung der Drüsenhaare ist eine ziemlich einheitliche. Fast stets sind diese von annähernd keulenartiger Form, u. zw. geht der ein- oder zweizellreihige Stiel, der meist aus fünf resp. zehn Zellen besteht, allmählich in ein dünnwandiges, vielzelliges, ellipsoidisches Köpfchen über. Alle sonst noch vorkommende Drüsenhaare lassen sich leicht, mit Ausnahme der langen einzellreihigen und zottenartigen bei *A. acuminatum*, von dem eben beschriebenen Typus ableiten. Die Unterschiede erstrecken sich bisweilen auf das Köpfchen, indem dasselbe aus einer geringeren Zahl von Zellen besteht, selten auf den Stiel, der wenig- oder mehrzelliger ist. Erwähnen möchte ich noch, daß mit Ausnahme von *A. macrophyllum* (siehe oben) kein Milchsaft vorhanden ist, daß besonders in dieser Sektion die Tendenz besteht, auf der Unterseite der Blätter Papillen zu bilden und auch hier die am stärksten entwickelten angetroffen werden, daß ferner bei den meisten Repräsentanten dieser Verwandtschaftsgruppe obere Epidermiszellen mit verschleimter Innenmembran, dagegen selten verschleimte untere Epidermiszellen

vorkommen, und daß das Palisadengewebe meist durch Breit- und Schmalgliedrigkeit ausgezeichnet ist.

1. *Acer tataricum* L.[1])

J. v. Kováts. In silvis ad Budam in Hungar. H. M.

Bl. ziemlich dünn.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit schw. gebog. bis geraden Seitenr. Außenw. schw. vorgew. Kutik. deutl. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, meist mit geraden, seltener schw. gebog. Seitenr. Außenw. h. u. w. schw. vorgew. Zieml. zahl. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öff. zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus I (s. Fig. p. 8). Eisod. zieml. stark verd.

Trich. Auf der ganzen Bl.-Unt. bes. an den Nerven zieml. zahlr. einf., einzell., sehr lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., zieml. dickw., doch weitl., an der Basis meist zusammeng. Deckh. An den größeren Nerven annähernd keulenf. Drüsenh.; der einzellr., meist fünfzell. Stiel geht allm. in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. lang u. schmal. Schw.-Gew. locker, meist vierschichtig; Z. relat. klein.

Kleinere Gefäßb. mit etw. dickw., z. T. verholzt., doch weitl. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit zieml. weitl. Skler.-R. Idiobl. zieml. weitl.[2])

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zahlr. mittelgroße u. kleine Einzelkr., die größeren bisw. von kleinen Krist.-M. umgeben. Zieml. selten typ. u. späritena. Drusen. Im Mesoph. bisw. in besonderen Krist.-I.: zieml. zahlr. größere typ., h. u. w. auch sphäritena. Drusen. Zieml. häuf. kleine Kristallkörnchen.

3. *Acer trifidum* Hook. et Arn.

Maximowicz. Japan. H. M.

Bl. zieml. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. klein, mit mehr o. wen. gebog. Seitenr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. klein, mit geraden Seitenr. Außenw. bisw. vorgew.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus III. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. Auf der Bl.-Unter. an den Hauptn. u. in deren Achseln einf., einzell., zieml. lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., mehr o. wen. dickw., doch zieml. weitl., an der Basis zu-

[1]) Die den Arten vorgesetzten Nummern bezeichnen die Artennummern in der Paxschen Monographie des Pflanzenreichs.

[2]) Siehe das hierüber bei der Besprechung des Milchsaftes im allgemeinen Teil Gesagte.

sammeng. Deckh. Drüsenh. wie bei voriger, nur Stiel meist zwei-, seltener einzellr., meist aus zehn resp. fünf Z. bestehend.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. äuß. lang u. äuß. schmal. Schw.-Gew. zieml. locker, meist dreischichtig.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. mit eng- u. schw. weitl. Skler.-R. Idiobl. wenig weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zieml. zahlr. meist mittelgroße, seltener kleinere Einzelkr. Im Bast: bisw. kleine Einzelkr.

5. *Acer ginnala* Maxim.

Goldenstädt. Mandschuria australis H. M.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Kutik. schwach gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit gebog. bis geraden Seitenr.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd. Zieml. häuf. etw. größere Sp.-Öffn.

Trich. Auf der Bl.-Unt. nur in den Achseln der Hauptn. einf., einzell., lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., zieml. dickw., doch weitl., an der Basis meist etw. zusammeng. Deckh. An den größeren Nerven Drüsenh. mit kurzem, ein- bis dreizelligem Stiel u. einem dünnw., vielz., mehr o. wen. deutl. abgesetzten, kugel. bis ellips. Köpfchen.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. lang u. zieml. schmal. Schw.-Gew. zieml. locker, vier- bis fünfschichtig.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. mit zieml. weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. zieml. stark entwickelt. Idiobl. zieml. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. wenig zahlr. kleinere, h. u. w. stäbchenf. Einzelkr., seltener typ., h. u. w. auch sphäritena. Drusen. Im Schw.-Gew. meist in bes. Krist.-I.: bisw. typ., seltener sphäritena. Drusen.

6. *Acer trinerve* Dippel.

Bürger. Japan. Herb. Zuccarini. H. M.

Bl. zieml. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. groß, mit gebog. bis schw. gewellten Seitenr. Kutik. sehr deutl. gestr. u. leistenf. zwischen die Seitenw. einspr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. klein, mit geraden Seitenr. Außenw. bisw. schw. vorgew.

Sp.-Öffn. zahlr., klein, in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus III. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. Auf der Bl.-Unt. an den größeren Nerven h. u. w. einf., einzell., längere u. kürzere, meist dickw. u. zieml. engl., skler., an der Basis etw. zusammeng., wenig über derselben

meist annäh. im rechten Wink. umgeb. Deckh. Auf der ganzen Bl.-Unt. zieml. häuf. kleine Drüsenh. mit einzellr., meist siebenzell. Stiel u. nicht bes. entwick., annäh. kugel., klein., durch Vertikal- u. Horinzontalw. geteilt., zwei- bis vierzell. Köpfchen.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. sehr lang u. äuß. schmal. Schw.-Gew. locker., vierschichtig: Zellen der untersten Schicht etw. kleiner u. dichter.

Kleinere Gefäßb. mit etw. dickw. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit zieml. weitl. Skler.-R. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zahlr. meist mittelgroße Einzelkr. Im Bast: zieml. häuf., im Holz seltener kleine Einzelkr.

8. *Acer Boscii* Spach.

Hort. Karlsruhe. Ex herb. A. Braun. H. B.

Bl. äuß. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden, seltener schw. gebog. Seitenr. u. zieml. dicken Außenw. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden bis schw. gebog. Seitenr. Außenw. schw. vorgew. Kutik. mit dünn. Wachsschicht bedeckt, ein helles Aussehen hervorrufend.

Sp.-Öff. sehr zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus IV. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. sehr spärlich vorh. Auf der Bl.-Unt. nur in den Achseln der Hauptn. einf., einz., papillena. bis wenig lange, zieml. dickw. u. engl., an der Basis bisw. schw. erweit. Deckh. An den größeren Nerven h. u. w. dünnw., annäh. keulenf. Drüsenh. Diese meist ein-, selten zweizellr., gew. aus 9 resp. 18 Z. besteh.; ohne bes. Köpfchen.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. ein- bis zweischichtig; Z. der oberen Schicht äuß. lang u. äuß. schmal, Z. der unteren nicht typ. Pal.-Z., etwa halb so lang u. zieml. breit. Schw.-Gew. meist dreischichtig; Z. zieml. groß, mit Ausn. die der unteren Schicht. Diese kleiner u. meist konjug. Pal.-Gew. bild.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger. Ober- u. Unterseite des Bl. im Verl. der kleineren Gefäßb. schw. netza. gefurcht.

Größere Gefäßb. mit zieml. dünn., eng- u. schw. weitl. Skler.-R. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. Auff. zahlr. Krist.-Absch. In Begl. der Gefäßb.: vorw. sehr zahlr. meist große, seltener kleinere, häuf. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Zieml. häuf. größere u. kleinere typ., meist aber sphäritena. Drusen u. Krist.-Kongl. Im Mesoph., bes. im Schw.-Gew.: zahlr. große, meist quadrat. oder kurz stäbchenf. Einzelkr.; sehr zahlr., diese von kleiner Form; ferner zahlr., meist sphäritena., seltener typ. Drusen. Im typ. Pal.-Gew.: h. u. w. Krist.-I., meist von der Form der Pal.-Z., bisw. aber auch kürzer u.

viel breiter, mit Krist.-Aggr., außerdem z. T. auch mit klein. Drusen. Im Bast: h. u. w. kleine Einzelkr., seltener Krist.-Kongl.

9. *Acer hybridum* Spach.
Hort. bot. München. H. M.
Blütenexemplar.

Bl. zieml. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, meist mit gebog., seltener geraden Seitenr. Kutik. deutl. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Außenw. stark papillös. Papillen teils flaschenf. o. zitzena., teils halbkugel. bis stumpf kegelf. oder an der Spitze platt gedrückt. Bald sind sie gerade u. stehen isoliert, bald sind sie umgebogen u. berühren sich gegens. oder sind an der Basis miteinander verw. Um die Stomata schließen sie enger aneinander, sodaß diese eingesenkt erscheinen. Kutik. mit dünner Wachsschicht bedeckt. Diese sowie die Papillen rufen ein helles Aussehen der Bl.-Unt. hervor.

Sp.-Öff. zahlr., groß, in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus IV. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. Auf der Bl.-Unt. an den größeren Nerven einf., einzell., lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., zieml. dickw. u. weitl., bisw. auch etw. dünnw., an der Basis häufig zusammeng. Deckh. Bes. auf der Bl.-Ob. annäh. keulenf. Drüsenh. Der zweizellr., meist zehnzell. Stiel geht allm. in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. lang u. zieml. schmal mit schw. gewellten Längsw. Schw.-Gew. locker, vier- bis fünfschichtig; Z. der obersten Zellage etwas größer, Z. der untersten h. u. w. palisadena.

Kleinere Gefäßb. mit etw. dickw. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit relat. sehr weitl. Skler.-R. Idiobl. zieml. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zahlr. größere, seltener kleinere Einzelkr. Relat. selten typ., h. u. w. auch sphäritena. Drusen. Im Bast: bisw. kleinere Einzelkr.

10. *Acer creticum* F. Schmidt.
Cult. Hort. Graf v. Schwerin.

Bl. zieml. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, meist mit geraden, seltener schw. gebog. Seitenr. Kutik. nur in den Achseln der Hauptn. u. in der Nähe derselben gestr.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Außenw. mehr o. wen. stark vorgew., bes. über den kleineren Gefäßb.

Sp.-Öff. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus IV. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. Auf der Bl.-Unt. nur in den Achseln der Hauptn. zieml. spärl. einf., einzell., lange, zieml. dickw., doch weitl., an der Basis zusammeng. Deckh. An den Hauptn. annäh. keulenf. Drüsenh. Der meist zwei-, selten einzellr., gew. zehn- resp. fünfzell. Stiel geht allm. in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig: Z. lang u. äuß. schmal. Schw.-Gew. zieml. locker, vierschichtig; Z. der obersten Zellage häuf. palisadena.

Kleinere Gefäßb. mit stark verholzt., doch rel. weitl., typ. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit eng- u. schw. weitl. Skler.-R. Idiobl. weitl., bisw. sklerosiert.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zieml. zahlr., meist mittelgroße Einzelkr., selten kleine Krist.-Aggr.

11. *Acer Duretti* Pax.

Cult. hort. Graf v. Schwerin.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit gebog. bis schw. gewellten Seitenr. Zellwände, bes. Außenw., zieml. dickw. Kutik. zieml. stark gefaltet.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Außenw. stark papillös. Papillen u. Wachsschicht wie bei 9. *A. hybridum*.

Sp.-Öff. ebenso wie bei dieser Art.

Trich. Auf der Bl.-Unt. nur in den Achseln der Hauptn. zieml. spärl., einf., einzell., längere u. kürzere, zieml. starre, dickw. u. engl., skler., an der Basis meist etw. zusammeng. Deckh. An den größeren Nerven Drüsenh. wie bei voriger Art.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. lang u. sehr schmal. Schw.-Gew. ziemlich locker, drei- bis vierschichtig; Z. der untersten Zellschicht kleiner u. bisw. palisadena.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dickw., z. T. verholzt., doch weitl. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit relat. sehr weitl. Skler.-R. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. d. Gefäßb.: vorw. zahlr. größere u. kleinere, häuf. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Weniger häuf. Krist.-Kongl. u. sphäritena. Drusen. Im Mesoph.: zieml. häuf. sehr kleine, spießige bis stäbchenf. Krist. Im Bast u. Holz: h. u. w. kleinere Einzelkr.

12. *Acer caesium* Wall.

Thomson. Himalaya. H. B.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. sehr klein, mit geraden Seitenr. Außenw. schw. vorgew. Kutik. zieml. dick u. sehr deutl. gestr. Bisw. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. sehr klein, mit geraden Seitenr. Außenw. mehr oder wen. papillös, bes. über den kleineren

Gefäßb. Papillen halbkugelig bis stumpf kegelf. Kutik. mit dünn. Wachsschicht bedeckt. Diese sowie die Papillen rufen ein helles Aussehen der Bl.-Unt. hervor.

Sp.-Öffn. sehr zahlr., in der Fl.-A. kreisr., im Querschn. vom Typus IV. Eisod. zieml. stark verd. H. u. w. große Sp.-Öffn.

Trich. Auf der ganzen Bl.-Unt. einf., einzell., sehr lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., zieml. dickw. u. meist zieml. engl., skler., an der Basis meist etw. zusammeng., seltener schw. erweitert. Deckh. mit glatter oder schw. gestrichelter Kutik. Diese Haare sind bisw. von bes. Nebenz. umgeben, die rosettena. angeordnet, etw. dickw. u. am Haar schw. emporgezogen sind. In den Achseln der Hauptn. annäh. keulenf. Drüsenh. Der gew. zwei-, selten ein- oder dreizellr., meist 10- resp. 5- oder 15zellige Stiel geht allm. in ein dünnw., vielz., annäh. kugel. Köpfchen über. Bisw. ist der Stiel etw. länger u. mehrzelliger.

Mesoph. bifazial. Pal.-G. einschichtig; Z. nicht lang u. zieml. schmal. Schw.-Gew. locker, meist vierschichtig; Z. der untersten Zellage kleiner, annäh. isodiam. bis palisadena.

Kleinere Gefäßb. mit schw. dickw., z. T. verholzt., doch weitl. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit zieml. dünn., relat. weitl. Skler.-R. Idiobl. zieml. weitl.

Oxals. Kalk. Auff. arm an Krist. In Begl. der Gefäßb.: äuß. selten kleine Einzelkr. Im Bast: h. u. w. ebensolche.

14. *Acer acuminatum* Wall.[1]).

Untersucht wurden zwei von Hooker f. et Thomson gesammelte Materialien des H. B.:

Blütenexemplar (I) aus Sikkim und Fruchtexemplar (II) aus Himalaya bor. occ.

Bl. I sehr dick; II dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. I zieml. groß, II mittelgroß, I u. II mit geraden Seitenr. II Zellw. etw. dicker als gew. Außenw. vorgew. u. kutikularisiert. Kutik. I gekörnelt; II unterbr. gestr. oder gekörnelt.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. I groß; II mittelgroß, I u. II mit mehr o. wen. gebog. Seitenr.

Sp.-Öffn. zieml. zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. I an den Nerven der Bl.-Unt. einf., einzell., lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., zieml. dünnw. u. weitl., an der Basis etw. zusammeng. Deckh. Ebenf. an den Nerven der Bl.-Unt. zieml. lange, annäh. keulenf. Drüsenh. Teils sind diese einzellr. u. vielz., teils besitzen sie einen einzellr., vielz. Stiel, der ganz allm. in ein langgestrecktes, mehr-

---

[1]) Siehe hierüber die systematischen Bemerkungen am Schlusse des allgemeinen Teils.

zelliges Köpfchen übergeht. II am Blattrand einf., einz., längere u. kürzere, dickw., skler., starre Deckh. Drüsenh. nicht beobachtet.
Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. I sehr lang u. schmal; II lang u. von gew. Breite. Schw.-Gew. I sehr locker, vier- bis fünfschichtig; II locker, meist vierschichtig.
Kleinere Gefäßb. mit zieml. dickw. Begl.-Gew.
Größere Gefäßb. mit mehr od. wen. weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. zieml. stark entwickelt. Idiobl. weitl.
Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zahlr. typ. u. sphäritena., h. u. w. von kleinen Krist.-M. umgebene Drusen, selten Einzelkr. Im Schw.-Gew. bisw. in bes. Krist.-I.: zieml. zahlr. typ. u. sphäritena. Drusen, selten Einzelkr.

14. *Acer acuminatum* Wall.

Sammler unbekannt. Himalaya. Herb. Zuccarini. H. M.

Bl. sehr dick.
Ob. Ep. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit geraden Seitenr. Kutik. gekörnelt. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.
Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit schw. gebog. Seitenr. Kutik. bisw. um die Sp.-Öffn. herum schw. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.
Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus III. Eisod. zieml. stark verd. Bisw. größere Sp.-Öffn. vorh.
Trich. An den Hauptn. der Unt. junger Bl. einf., einzell., lange bis kurze Deckh. von verschiedener Gestalt. Die kürzeren sind dickw. u. zieml. engl., teils gerade oder etw. über der Basis mehr o. wen. umgebogen, teils S-förmig oder sichelartig gekrümmt. Ihre Kutik. ist deutl. gestrichelt. Die langen Haare sind mehr od. wen. dünnw. u. meist sehr weitl. Ihre Kutik. ist entw. glatt oder nur schw. gestrichelt. Die Haarbasis ist bisw. wen. erweit. Auf der ganzen Bl.-Unt., bes. an den Nerven ausgewachsener Bl. meist sehr lange vielz., h. u. h. gebog. Drüsenhaare bisw. auch Drüsenzotten von sehr verschiedener Gestalt. Meist sind sie an der Basis mehrzellreihig u. werden nach der Spitze zu allm. einzellr. Seltener sind die einzelnen Haare ausschließlich einzellr. H. u. w. kommen auch die gewöhnlichen keulenf. Drüsenh. vor. Der ein-, seltener zweizellr. mehr o. wen. vielz. Stiel geht allm. in ein viel- oder wenigzelliges dünnw. Köpfchen über. Im allg. sind die Z. der Drüsenh. an der Basis dickw. u. zieml. klein; nach dem apikalen Ende zu werden sie dünnw., größer u. sind meist etw. in der Längsrichtung des Haares gestreckt. Teils sind die Z. zylindrisch, teils schw. tonnenf. erweit.
Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig, Z. äuß. lang u. sehr schmal. Bisw. Z. etw. breiter u. durch Horizontalw. geteilt. Schw.-Gew. zieml. locker, vier- bis fünfschichtig.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dickw., z. T. verholzt., doch weitl. Begl.-Gew. Bl.-Ob. im Verl. der kleineren Gefäßb. schw. netza. gefurcht.

Größere Gefäßb. mit zieml. weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. zieml. stark entw. Idiobl. auffallend weitl.

Oxals. Kalk. Im Schw.-Gew. bisw. in bes. Krist.-I.: vorw. zahlr. Drusen. In Begl. der Gefäßb.: zieml. selten Drusen, h. u. w. Einzelkr.

15. *Acer insigne* Boiss. et Buhse.

var. *α Van Volxemii* (Mast.) Pax.

Cult. hort. Graf v. Schwerin.

Bl. zieml. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. groß, mit schw. gewellten Seitenr. Kutik. deutl. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Außenw. sehr stark papillös. Papillen teils flaschen- oder zitzena., teils halbkugel. bis stumpf kegelf., h. u. w. auch an der Spitze platt gedrückt oder etw. eingesenkt, dadurch mehr o. wen. zweilappig. Bald sind sie gerade u. stehen isoliert, bald sind sie umgebogen u. berühren sich gegens. oder sind an der Basis miteinander verw. Um die Sp.-Öffn. herum schließen sie dichter aneinander u. neigen über denselben mehr o. wen. zusammen. Die Papillen bewirken ein helles Aussehen der Bl.-Unters.

Sp.-Öffn. zieml. zahlr., zieml. groß, in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus IV. Eisod. zieml. stark verd. Bisw. sehr große Sp.-Öffn.

Trich. Auf der Bl.-Unt. an den Hauptn. u. in deren Achseln einf., einzell., lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., zieml. dickw. u. zieml. weitl., an der Basis meist etw. zusammeng. Deckh. An den größeren Nerven annäh. keulenf. Drüsenh. Der gew. zwei-, seltener einzellr., meist zehn- resp. fünfzell. Stiel geht allm. in ein dünnw., vielz., ellipt. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig: Z. sehr lang u. schmal. Schw.-Gew. zieml. großlückig, drei- bis vierschichtig.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dickw., z. T. verholzt., doch weitl., typ. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit relat. weitl. Skler.-R. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zahlr. meist größere, häufig von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Weniger zahlr. meist sphäritena., seltener typ. Drusen u. Krist.-Kongl. Im Mesoph.: häufig kleine, meist stäbchenf. Krist. Im Pal.-Gew. bisw. Krist.-I. meist von der Form der Pal.-Z., nur etw. breiter, seltener nur halb so lang mit kleinen Krist.-M., außerdem meist auch mit größ. Einzelkr. und bisw. sphäritena. Drusen. Im Bast h. u. w. kleinere Einzelkr.

16. *Acer Trautvetteri* Medwedjeff.
Cult. hort. Graf v. Schwerin.

Bl. sehr dick. Auff. häuf. von kleineren Nerven durchzogen.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Zellw. etw. dickw. als gew. Kutik. gestrichelt bis gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit schw. gebog., bisw. zackigen Seitenr. Die Kanten letzterer sind durch leistenf. Verdick. ausgez., die in der Fl.-A. als kleine stärker lichtbr. abgerundete Knöpfe hervortreten. Außenw. stark papillös. Papillen wie bei voriger, nur die Sp.-Öffn. selten etw. überragend. Zieml. zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. zieml. zahlr., zieml. groß, in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus IV. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. Auf der Bl.-Unt. nur in den Achseln der größeren Nerven Deckh. wie bei voriger. Drüsenh. ebenf. wie bei voriger, nur der Stiel ein- oder zweizellr.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. äuß. lang u. äuß. schmal. Schw.-Gew. zieml. großlückig, meist vierschichtig; Z. der obersten und untersten Zellschicht h. u. w. palisadenartig.

Kleinere Gefäßb. mit dickw., z. T. verholzt., doch weitl., typ. Begl.-Gew. Bl.-O. im Verl. der klein. Gefäßb. schwach netza. gefurcht.

Größere Gefäßb. mit relat. weitl. Skler.-R. Idiob. zieml. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. sehr zahlr. meist mittelgroße, häuf. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr., seltener Krist.-Aggr., zieml. selten typ. u. sphäritena. Drusen. Im Mesoph.: bisw. sehr kleine Krist.

17. *Acer Heldreichii* Orph.
Cult. hort. Graf v. Schwerin.

Bl. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit schw. gebog., seltener geraden Seitenr. Kutik. sehr schw. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit gebog. oder geraden Seitenr. Außenw. stark papillös. Papillen wie bei voriger. Zieml. zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. zahlr., im übrigen wie bei voriger. Bisw. größere Sp.-Öffn.

Trich. Auf der Bl.-Unt. an den Hauptn. u. in deren Achseln Deckh. wie bei voriger, nur bisw. auch etw. dünnw. u. weitl. Ebenso Drüsenh. wie bei voriger.

Mesoph. bifazial. Pal.-G. wie bei voriger. Schw.-G. locker, drei- bis vierschichtig; Z. der obersten u. untersten Zellage h. u. w. palisadena.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dickw., z. T. verholzt., doch weitl., typ. Begl.-Gew. Obers. des Bl. schw. netza. gefurcht.

Größere Gefäßb. wie bei voriger. Idiobl. wen. weitl.
Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zahlr. meist größere, häufig von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Weniger zahlr. Krist.-Aggr. u. sphäritena. Drusen. Im Mesoph.: bisw. sehr kleine Krist.

18. *Acer spicatum* Lam.
Herb. Zuccarini. H. M.

Bl. zieml. dünn.
Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit schw. gebog. Seitenr. Kutik. sehr schw. gestr. H. u. w. Z. mit verschl. Innen-M.
Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit gebog. bis gewellten Seitenr. H. u. w. Z. mit verschl. Innen-M.
Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd.
Trich. Auf der ganz. Bl.-Unt. einf., einzell., lange u. kürzere, h. u. h. gewundene, schlauchf., zieml. dickw., doch weitl., meist skler., an der Basis bisw. schw. erweit. Deckh. mit gestrichelter Kutik. In den Achseln der Hauptn. annäh. keulenf. Drüsenh. Der einzellr., meist fünfzell. Stiel geht allm. in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über.
Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. von gew. Länge u. Breite. Schw.-Gew. locker, meist dreischichtig.
Kleinere Gefäßb. mit zieml. dünnw. Begl.-Gew.
Größere Gefäßb. mit dünn., relat. weitl. Skler.-R. Idiobl. wen. weitl.
Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. sehr zahlr. kleine u. große sphäritena. seltener typ. Drusen. Zieml. selten größere Einzelkr. Im Mesoph.: bisw. kleinere u. größere typ., meist aber sphäritena. Drusen. Zieml. häuf. sehr kleine Krist. Im Bast: bisw. kleine typ. u. sphäritena. Drusen.

18. *Acer spicatum* Lam.
var. *β ukurunduense* Maxim.
Maximowicz. Japan. H. M.

Bl. von mittlerer Dicke.
Ob. Epid. wie bei voriger, nur Kutik. etw. deutlicher gestr.
Unt. Epid. wie bei voriger, nur Seitenr. schw. gebog.
Sp.-Öffn. wie bei voriger.
Trich. Deckh. wie bei voriger, nur an der Basis meist etw. zusammeng., seltener bes. in den Achseln der Hauptn. schw. erweit. Diese Haare sind bisw. von bes. Nebenz. umgeben, die rosettenf. angeordnet, etw. dickw. u. am Haare schw. emporgezogen sind. An den größeren Nerven Drüsenh. wie bei voriger, nur sehr häuf. Stiel viel länger u. vielz.
Mesoph. bifazial. Pal.-G. einschichtig; Z. zieml. lang u. zieml. schmal. Schw.-Gew. locker, meist vierschichtig; Z. der

obersten Schicht meist größer, Gestalt sämtl. Z. sehr unregelm.
Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.
Größere Gefäßb. wie bei voriger. Idiobl. weitl.
Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zahlr. sphäritena., seltener typ. Drusen. Selten größere Einzelkr. u. Krist. Aggr. Im Mesoph.: bisw. typ. u. sphäritena. Drusen u. sehr zahlr. sehr kleine meist kurz stäbchenf. Krist. Im Bast: bisw. typ. u. sphäritena. Drusen.

19. *Acer pseudo-platanus* L.
Hort. botan. Erlang.

Bl. von mittlerer Dicke.
Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit schw. gebog. Seitenr. Kutik. deutl. aber unterbr. gestr.
Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit schw. gebog. Seitenr. Außenw. sehr stark papillös. Papillen wie bei 15. *Acer insigne*. Kutik. mit dünn. Wachsschicht bedeckt.
Sp.-Öffn. zahlr., zieml. groß, in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus IV. Eisod. zieml. stark verd.
Trich. An den Nerven der ganz. Bl.-Unt. einf., einzell., lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., zieml. dünnw. u. weitl., an der Basis zusammeng. Deckh. Bes. an den Nerven der Bl.-Ob. annäh. keulenf. Drüsenh. Der zweizellr., meist zehnzell. Stiel geht allm. in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über.
Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig: Z. zieml. lang u. von gew. Breite. Schw.-G. locker, meist dreischichtig.
Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.
Größere Gefäßb. mit zieml. weitl. Skler.-R. Idiobl. weitl.
Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. wen. zahlr. mittelgroße u. kleinere, häuf. von klein. Krist.-M. umgebene Einzelkr. Seltener Drusen u. Krist.-Aggr. Im Bast: bisw. größere Einzelkr.

20. *Acer macrophyllum* Pursh.
Coll. S. B. & W. F. Parish. Nr. 496. San Bernardino Plants of Southern Californica. H. M.

Bl. sehr dick.
Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Kutik. deutl. aber unterbr. gestr. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.
Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. klein, mit schw. gebog. Seitenr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.
Sp.-Öffn. sehr zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd.
Trich. Am ganz. Bl., bes. an den Nerven meist drei-, seltener ein- oder zweizell., papillena. bis wen. lange, schw. säbela. gekrümmte, stark verd. u. zieml. engl., skler., an der Basis

mehr o. wen. stark zwiebela. erweit. Deckh. mit sehr schw. gestrichelter Kutik. Nach den Achseln der Hauptn. zu werden die Haare länger; auch nimmt die Anzahl der Z. bis zu sieben zu. In den Achseln der Hauptn. selbst sind die Haare lang, relat. dünnw. u. weitl. u. im allg. drei- bis fünfzellig. Die Größe der einzelnen Z. eines Haares nimmt von der Basis nach der Spitze hin wesentl. zu. Die Scheidew. sind relat. dünn. Bisw. sind die Haare von bes. Nebenz. umgeben, die rosettenf. angeordnet, etw. dickw. u. am Haare mehr o. wen. emporgezogen sind. Drüsenh. wie bei voriger.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. ein- bis zweischichtig; Z. der oberen Schicht sehr lang u. schmal, die der unteren bedeut. kürzer u. etw. breiter. Schw.-Gew. zieml. locker, meist drei-, seltener vierschichtig; Z. zieml. klein.

Kleinere Gefäßb. mit nach der oberen Ep. zu dünnw., nach der unteren Ep. zu etw. verholzt., doch weitl. Begl.-Gew. Bl.-Ob. im Verl. der klein. Gefäßb. schw. netza. gefurcht.

Größere Gefäßb. mit engl. Skler.-R.

Idiobl. weitl. mit sehr reichl. Menge Milchsaft.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zieml. zahlr. kleine bis mittelgroße, bisw. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr.; selten sphäritena. Drusen. Im Bast u. Holz: h. u. w. kleinere Einzelkr.

22. *Acer Oliverianum* Pax.

Henry. Nr. 6512. Zentralchina, Prov. Hupeh. H. B.

Bl. zieml. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Zellw. zieml. dickw. Kutik. gestrichelt bis sehr schw. gestr.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit geraden bis schw. gebog. Seitenr.

Sp.-Öffn. zahlr., wie bei voriger.

Trich. Nur in den Achseln der Hauptn. auf der Bl.-Unt. einf., einzell., längere u. kürzere, dickw. u. mehr o. wen. engl., skler., an der Basis meist schw. erweit. Deckh. Auf der Bl.-Ob. sind die Haare viel länger, schmaler, wen. dickw. u. an der Basis etw. zusammeng. An den Hauptn. Drüsenh. wie bei voriger, nur einzellr. mit meist fünfz. Stiel.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. zieml. lang u. von gew. Breite mit bisw. schw. gewellten Längsw. Schw.-Gew. zieml. locker, meist drei-, seltener vierschichtig; Z. der obersten Zellschicht etw. größer.

Kleinere Gefäßb. mit etw. dickw., z. T. verholzt., doch weitl. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit eng- u. schw. weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. etw. stärker als gew. entwickelt u. z. T. skler. Idiobl. wenig weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zieml. zahlr. meist mittelgroße, seltener kleinere, h. u. w. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr.

23. *Acer Campbellii* Hook. f. et Thoms.
Griffith Nr. 926. East Himalaya. H. M.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. klein, mit geraden Seitenr. Außen- u. Seitenw. etw. verdickt. Kutik. schw. gekörnelt.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. klein, mit geraden oder gebog. Seitenr.

Sp.-Öffn. sehr zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. An den größeren Nerven der Bl.-Unt. einf., einzell., lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., zieml. dünnw. bis stark verd., an der Basis zusammeng. Deckh. Nur Kutik. der zieml. dünnw. schw. gestrichelt. An den größeren Nerven der Bl.-Unt. nicht sehr lange Drüsenh. von annäh. keulena. Form. Der einzellr., vielz. Stiel geht ganz allm. in ein zieml. lang gestreckt., mehr-, aber nicht sehr vielz. Köpfchen über.

Mesoph. subzentrisch, meist aus vier Zellagen bestehend. Z. mit Ausnahme der untersten Schicht typ. Pal.-Z., u. zw. nimmt die Länge der Z. von der oberen Ep. an von Zellage zu Zellage ab. Z. der obersten Schicht zieml. lang u. zieml. schmal, Z. der untersten annäh. isodiam. Relat. sehr kleine Interzell.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. stark verholzt., doch weitl., typ. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit zieml. weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. zieml. stark entwickelt. Idiobl. wen. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: wen. zahlr. kleine u. größere, bisw. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr.

24. *Acer erianthum* Graf v. Schwerin.
Giraldi Nr. 2144. China; Shensi septendr., Berg Kin-tou-san. H. B.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. groß, mit geraden Seitenr. Außenw. schw. vorgew. Kutik. deutl. aber unterbr. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden bis schw. gebog. Seitenr.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. Auf der Bl.-Unt. einf., einzell., lange u. kürzere, meist dickw. u. zieml. engl., skler., an der Basis meist schw. erweit. Deckh. Diese Haare stehen bes. in den Achseln der Nerven in zahlr. Menge gruppenweise beisammen u.

treten schon makrosk. als größere weiße Haarbüschel hervor. Auf der Bl.-Ob. u. Unt. wen. zahlr. längere, dünnw. Drüsenh. Der einzellr. Stiel, der meist aus drei oder vier etw. langgestreckten Z. besteht, geht ganz allm. in ein längliches, durch Horizontal- u. Vertikalw. geteiltes, zwei- oder vierz. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. von gew. Länge u. Breite. Schw.-Gew. zieml. locker, meist drei-, seltener vierschichtig; Z. von Zellage zu Zellage kleiner.

Kleinere Gefäßb. mit dickw., z. T. verholzt, doch weitl., typ. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit eng- u. schw. weitl. Skler.-R. Idiobl. wen. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zahlr. meist mittelgroße Einzelkr. In den unteren Ep.-Z. h. u. w. je ein, selten zwei kleinere Einzelkr. Diese Ep.-Z. sind meist kleiner u. werden von den Krist. fast vollst. eingenommen.

25. *Acer sinense* Pax.
var. *α typicum* Pax.
Henry Nr. 5641. Zentralchina. H. B.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. groß, mit geraden Seitenr. Zellw. etw. dickw. Kutik. zieml. dick u. zieml. stark, aber unterbr. gefaltet. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Zellw. ebenf. etw. dickw. Außenw. papillös. Papillen halbkugel. bis stumpf kegelf. Sie rufen ein helles Aussehen der Bl.-Unt. hervor.

Sp.-Öffn. wie bei voriger. H. u. w. große Sp.-Öffn.

Trich. Auf der Bl.-Unt. an den Hauptn. u. in deren Achseln äuß. spärl. einf. einzell., lange, wen. dickw. u. zieml. weitl., an der Basis etw. zusammeng. Deckh. An den größeren Nerven annäh. keulenf. Drüsenh. Der einzellr., meist fünfzell. Stiel geht ganz allm. in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. von gew. Länge u. zieml. schmal. Schw.-G. zieml. locker, vier- oder fünfschichtig. Z. von oben nach unten etw. an Größe abnehmend.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. wie bei voriger. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zieml. zahlr. mittelgroße u. kleinere, häufig von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr.

28. *Acer sericeum* Graf v. Schwerin.
Cult. hort. Graf v. Schwerin.

Bl. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit geraden Seitenr.

Zellw. etw. dickw. als gew. Außenw. bisw. schw. vorgew. Kutik. unterbr. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Zellw. ebenf. etw. dickw. Außenw. sehr stark papillös. Papillen wie bei 15. *A. insigne*.

Sp.-Öffn. zieml. zahlr., zieml. groß, in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus IV. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. An den Nerven der Bl.-Unt. einf., einzell., lange u. kürzere, h. u. h. gewundene, schlauchf., mehr o. wen. dickw., skler., an der Basis meist etw. zusammeng. Deckh. H. u. w. an den Hauptn. annäh. keulenf. Drüsenh. Der ein- oder zweizellr., meist fünf- resp. zehnzell. Stiel geht allm. in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. äuß. lang u. äuß. schmal. Schw.-Gew. zieml. großlückig, drei bis vierschichtig; Z. unregelm. gestaltet.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. wie bei voriger.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zieml. zahlr. meist größere, bisw. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Weniger häuf. Krist.-Aggr., typ. u. sphäritena. Drusen. Im Bast: bisw. kleine Einzelkr.

29. *Acer ramosum* Graf v. Schwerin.
Cult. hort. Graf v. Schwerin.

Bl. sehr dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. groß, mit schw. gewellten Seitenr. Außenw. meist schw. vorgew. Kutik. sehr deutl., aber häuf. unterbr. gestr. zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit geraden, seltener schw. gebog. Seitenr. Außenw. sehr stark papillös. Papillen wie bei voriger.

Sp.-Öffn. wie bei voriger.

Trich. Deckh. wie bei voriger. Außerdem Deckh. in den Achseln der Hauptn. auf der Bl.-Ob. Diese länger, sehr schmal u. nicht skler. An den größeren Nerven Drüsenh. wie bei voriger.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. wie bei voriger, nur. h. u. w. Z. etw. breiter u. durch Horizontalw. geteilt. Schw.-Gew. großlückig, drei- bis vierschichtig; Z. sehr unregelm. gestaltet.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. mit relat. weitl. Skler.-R. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. sehr zahlr. meist größere, bisw. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Weniger häuf. Krist.-Aggr., typ. u. sphäritena. Drusen. Im Bast: zieml. häuf., im Holz seltener kleine Einzelkr. Im Mesoph.: h. u. w. sehr kleine Kristallkörner.

Sektion II. *Palmata.*

Bei den fünf Arten dieser Verwandtschaftsgruppe ist die anatomische Struktur eine verhältnismäßig sehr übereinstimmende. Wir finden nämlich für diese Sektion viele Charakteristika, die nicht nur Organisations- sondern auch Adaptionsmerkmale sind. Wie in der Sektion I, so kommen auch hier nur einzellige, lange Deckhaare vor, die an der Basis stets zusammengezogen sind. Ebenso finden sich auch in Begleitung der Gefäßbündel Einzelkristalle, die aber hier besonders häufig von kleinen Kristallmassen umgeben sind. Drüsenhaare sind nur bei zwei Arten beobachtet und stimmen hinsichtlich der Ausbildung mit denen der vorhergehenden Sektion überein. Hervorzuheben ist noch, daß kein Milchsaft und keine Papillenbildung vorkommt. Höchst eigenartig ist die Struktur der unteren Epidermis. Während die einzelnen Zellen derselben an ein und demselben Blatte bei den Arten der übrigen Sektionen mit nur zwei Ausnahmen in der Flächenansicht untereinander annähernd gleich groß sind, ist bei sämtlichen Vertretern der in Rede stehenden Sektion eine mehr oder weniger große Unregelmäßigkeit inbezug auf Größe und Gestalt vorhanden. Im allgemeinen haben die kleineren Zellen in der Flächenansicht mehr oder weniger gebogene Seitenränder und besitzen annähernd gleiche Durchmesser; dagegen sind die größeren Zellen meist schmal, langgestreckt und stoßen mit ihren meist geraden Längswänden zu zweien oder dreien aneinander. Die oberen Epidermiszellen sind selten verschleimt, die unteren nie. Mit der ziemlich dünnen Blattbeschaffenheit aller Arten hängt die relative Kurzgliedrigkeit des Palisadengewebes zusammen. Nur *A. circumlobatum* macht in letzterer Hinsicht eine Ausnahme. Infolge dieser Kurzgliedrigkeit einerseits und der ziemlich breiten Beschaffenheit der Palisadenzellen anderseits wird das Schwammgewebe mehr zur Assimilationsaufgabe herangezogen, wodurch es durch Bildung nur kleiner Interzellularen seine typische Ausbildung verloren hat, was sich auch beim Mesophyll durch die Neigung zum subzentrischen Bau, welcher bei *A. palmatum* erreicht ist, zu erkennen gibt. Bemerkenswert ist noch, daß diese zarten Blätter durch ein mehr oder weniger stark entwickeltes Kollenchymgewebe, welches oberseits die größeren Nerven begleitet, vor dem Durchbrechen infolge von Druck, wie ihn der Regen ausübt, geschützt ist.

30. *Acer japonicum* Thunb.

Cult. hort. Graf v. Schwerin.

Bl. zieml. dünn.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit gebog. Seitenr. Kutik. gestr. Bisw. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. klein bis groß von sehr unregelm. Gestalt, mit gebog. Seitenr. Die größeren Z. meist schmal u. langgestreckt u. mit geraden Längsw.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd. Sehr selten auch auf der Bl.-Ob. bes. in der Nähe der größeren Nerven etw. größere Sp. Öffn.

Trich. An den größeren Nerven der Bl.-Unt. einf., einzell., lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., meist zieml. dickw., seltener dünnw. an der Basis meist zusammeng. Deckh. An den größeren Nerven zieml. kleine dünnw. Drüsenh. Der einzellr. Stiel, der meist aus sieben, seltener aus weniger Z. besteht, geht ganz allm. in ein nicht bes. entwickeltes, längliches, durch Horizontal- u. Vertikalw. geteiltes, wenigzell. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig: Z. von gew. Länge u. Breite. Schw.-Gew. zieml. dicht, meist zwei-, seltener dreischichtig; Z. der obersten Schicht zieml. groß u. bisw. schw. palisadena.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dickw., z. T. verholzt., doch weitl., typ. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit dünn., relativ. weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. etw. stärker als gew. entwickelt. Idiobl. zieml. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. sehr zahlreiche gew. größere, meist von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr.; zieml. häuf. Krist.-Aggr., selten typ. u. sphäritena. Drusen. Im Schwammg. bisw. in bes. Krist.-J.: sehr häuf. Krist.-Aggr., weniger häuf. typ., meist aber sphäritena. Drusen, bisw. große u. kleinere Einzelkr.

31. *Acer circumlobatum* Maxim.

Maximowicz. Japan. H. M.

Bl. zieml. dünn.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Bisw. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. wie bei voriger.

Sp.-Öffn. wie bei voriger: aber oberseits keine.

Trich. Deckh. wie bei voriger, bisw. aber sehr schmal u. engl. Drüsenh. nicht beobachtet.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. sehr lang u. äuß. schmal. Schw.-Gew. zieml. dicht, meist dreischichtig; Z. der obersten Zellage zieml. groß u. h. u. w. schw. palisadena.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger. Bl.-Ob. im Verl. der kleineren Nerven schw. netza. gefurcht.

Größere Gefäßb. mit zieml. weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. etw. stärker als gew. entwickelt. Idiobl. wen. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zieml. zahlr., meist größere, bisw. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr., weniger häuf. Krist.-Kongl., typ. u. sphäritena. Drusen. Im Mesoph.: h. u. w. Drusen.

32. *Acer Sieboldianum* Miq.
Maximowicz. Japan. H. M.

Bl. sehr. dünn.
Ob. Epid. wie bei voriger. Außenw. meist muldena. vertieft, bisw. auch vorgew.
Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. klein bis groß von auff. unregelm. Gestalt, mit mehr o. wen. stark geb., selten geraden Seitenr. Die größeren Z., meist schmal u. langgestreckt, stoßen mit ihren geraden Längsw. zu zweien oder dreien aneinander.
Sp. Öffn. wie bei voriger, nur weniger zahlr.
Trich. Deckh. wie bei voriger, nur keine sehr schmal. vorh. An den größeren Nerven annäh. keulenf. Drüsenh. Der einzellr., meist fünfzell. Stiel geht ganz allm. in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über.
Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. relat. sehr kurz u. häuf. zieml. breit. Schw.-Gew. zieml. dicht, meist zwei-, seltener dreischichtig; Z. annäh. isodiam. Z. der oberen Zelllage groß.
Kleinere Gefäßb. mit etw. dickw. Begl.-Gew.
Größere Gefäßb. mit relat. weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. äuß. stark entwickelt, tritt schon makrosk. deutl. hervor. Idiobl. wen. weitl.
Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zieml. zahlr. mittelgr. Einzelkr. Im Mesoph.: sehr zahlr., sehr kleine stäbchenf. bis spießige Krist.

33. *Acer palmatum* Thunb.
var. *α Thunbergii* Pax.
Maximowicz. Japan. H. M.

Bl. zieml. dünn.
Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. groß, mit geraden Seitenr. Zellw. etw. stärker als gew. Kutik. schw. u. unterbr. gestr. Bisw. Z. mit verschl. Innen-M.
Unt. Epid. wie bei voriger, nur weniger stark gebog. Seitenr.
Sp. Öffn. zieml. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im übrigen wie bei voriger.
Trich. Nur in den Achseln der Hauptn. auf der Bl.-Unt. einf., einzell., sehr lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., wen. dickw., weitl., an der Basis meist zusammeng. Deckh. Drüsenh. nicht beobachtet.
Mesoph. subzentrisch, aus drei Zellagen bestehend. Z. mit Ausnahme der unteren Schicht typ. Pal.-Z. Z. der oberen Zellage zieml. lang u. zieml. schmal; Längsw. häuf. schw. gewellt. Z. der mittleren Schicht kurz u. meist sehr breit, Z. der unteren schw. palisadena., bisw. isodiam. Relat. sehr kleine Interzell.
Kleinere Gefäßb. mit dickw., z. T. verholzt., doch weitl., typ. Begl.-Gew. Bl.-Ob. im Verl. der kleineren Nerven schw. netza. gefurcht.

Größere Gefäßb. mit eng- u. weiterl. Skler.-R. Obers. Kollench. sehr stark entwickelt, tritt schon makrosk. deutl. hervor. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zahlr. meist größere, bisw. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Im Bast: bisw. kleine Einzelkr. Im Mesoph.: zieml. häuf. sehr kleine, meist stäbchenf. bis spießige Krist.

34. *Acer circinatum* Pursh.

Howell. Pacific. Coast. H. M.

Bl. zieml. dünn.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit mehr o. wen. stark gebog. Seitenr. Kutik. sehr schw. gestr. Bisw. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß bis groß von zieml. unregelm. Gestalt, mit gewellten Seitenr. Die größeren Z. sind meist zieml. schmal u. langgestreckt.

Sp.-Öffn. zieml. zahlr., in der Fl.-A. ellipt., sonst wie bei voriger.

Trich. Auf der Bl.-Unt. nur an den Hauptn. u. in deren Achseln Deckh. wie bei voriger, nur meist etwas dickwandiger. Drüsenh. nicht beobachtet.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. relat. kurz u. zieml. breit. Schw.-Gew. ziemlich dicht, meist drei-, seltener zweischichtig; Z. der oberen Zellschicht groß.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger. Bl.-Ob. im Verl. der kleineren Nerven schw. netza. gefurcht.

Größere Gefäßb. mit zieml. weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. etw. stärker als gew. entwickelt. Idiobl. sehr wen. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zieml. zahlr. mittelgroße, bisw. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr.; seltener typ. u. sphäritena. Drusen u. Krist.-Kongl.

Sektion III. ***Trifoliata.***

Die Arten der Sektion *Trifoliata* (mit Ausnahme des unten näher zu besprechenden *A. cissifolium*) besitzen zunächst dieselben Drüsenhaare, wie die beiden ersten Sektionen, und auch einfache, einzellige Deckhaare. Letztere sind stets lang, schlauchförmig nnd hin und her gewunden. Bezüglich der Kristallverhältnisse ist zu sagen, daß vorwiegend Einzelkristalle in Begleitung der Gefäßbündel vorkommen und Drusen im allgemeinen (Ausnahme: *A. mandschuricum* mit wenigen Drusen) fehlen. Die Außenwände der unteren Epidermiszellen sind stark papillös, die Innenwände der oberen verschleimt; Milchsaft fehlt.

Was *A. cissifolium* anlangt, so unterscheidet es sich wesentlich von allen anderen Arten dieser Sektion durch: die kürzeren, schwach säbelartig gekrümmten und starren Deckhaare, charakteristische Kristallidioblasten; Mangel der Verschleimung und Papillenbildung im Oberhautgewebe. (Siehe auch systematische Bemerkungen am Schlusse des allgemeinen Teils.)

35. *Acer cissifolium* (Sieb. et Zucc.) C. Koch.
Maximowicz. Japan. H. M.

Bl. zieml. dünn.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit gebog. bis schw. gewellten Seitenr.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit schw. gewellten Seitenr.

Sp. Öffn. zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml stark. verd. H. u. w. auch auf der Bl.-Ob. in der Nähe der größeren Nerven etw. größere Sp.-Öffn.

Trich. Auf der ganz. Bl.-Ob., bes. an den größeren Nerven einf., einzell., zieml. lange, auch kürzere, schw. säbela. gekrümmte, fast bis zum Schwinden des Lumens stark verdickte, skler. Deckh. Diese Haare sind bisw. von bes. Nebenz. umgeben, die rosettenf. angeordnet, etw. dickw. u. am Haare schw. emporgezogen sind. In den Achseln der Hauptn. sind außerd. einf., einzell. Haare vorh., die aber nicht skler., kürzer, weniger stark verdickt, bisw. sogar zieml. dünnw. u. weitl. sind. u. deren Kutik. mehr o. wen. deutl. gestrichelt ist. An den größeren Nerven annäh. keulenf. Drüsenh. Der meist ein-, seltener zweizellr., gew. fünf- resp. zehnzell. Stiel geht allmählich in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pall.-Gew. einschichtig; Z. zieml. kurz u. meist breit. Schw.-Gew. relat. sehr dicht, meist dreischichtig; Z. annäh. isodiam.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dickw., z. T. verholzt., doch weitl. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit zieml. weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. etw. stärker als gew. entwickelt. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. Im Mesoph.: vorw. zieml. zahlr. sehr große Krist.-I. mit je einem großen Einzelkr., der mit seiner Hauptachse senkrecht zur Blattfläche steht u. z. T. mit kleinen Krist.-M. bedeckt ist. Diese Kristalle geben sich schon bei Lupenvergrößerung als helle durchscheinende Punkte zu erkennen. Zieml. selten sphäritena. Drusen u. zieml. zahlr., sehr kleine meist spindelf. Krist. In Begl. der Gefäßb.: zieml. zahlr., bisw. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelk., wen. häuf. kleine Drusen.

36. *Acer sutchuense* Franch.
Zentral-China. H. P.

Von dieser Art erhielt ich nur ein kleines Blattbruchstück. Das Fehlen von Sklerenchym in Begleitung der größeren Gefäßbündel läßt auf Blütenexemplar schließen.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit schw. gewellten Seitenr. Kutik. stark, aber unterbr. gefaltet. H. u. w. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit geraden bis schw. gebog. Seitenr. Außenw. papillös. Papillen meist halbkugel., seltener stumpfkegelf. Sie rufen ein helles Aussehen der Bl.-Unt. hervor.

Sp.-Öffn. zahlr., zieml. groß, in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus III. Springen häuf. etw. vor. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. Auf der Bl.-Unt. nur in den Achseln der Hauptn. sehr spärlich, einf., einzell., äuß. lange, schlauchf., wen. dickw., weitl., an der Basis zusammeng. Deckh. In den Achseln der Hauptn. Drüsenh. wie bei voriger, nur Stiel kürzer, wenigzelliger u. meist zwei-, seltener einzeilr.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig: Z. von gew. Länge u. Breite, Längsw. häuf. schw. gewellt. Schw.-Gew. zieml. großlückig, meist vier-, seltener dreischichtig.

Kleinere Gefäßb. mit etw. stärker verd. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. ohne Skler. Idiobl. zieml. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: wen. zahlr., meist kleinere Einzelkr.

37. *Acer mandschuricum* Maxim.

Maximowicz. Mandshuria austro-orientalis. H. M.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. klein, mit geraden Seitenr. Außenw. schw. vorgew. Kutik. sehr schw., aber unterbr. gestr. H. u. w. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. klein, mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Außenw. etw. stärker papillös als wie bei voriger. Papillen meist halbkugel., seltener stumpf kegelf., flaschenf. oder an der Spitze platt gedrückt. Ebenf. helle Bl.-Unt.

Sp.-Öffn. wie bei voriger, nur Eisod. stark verd.

Trich. Deck- u. Drüsenh. nicht beobachtet. An den Knospenschuppen zahlr. einf., einzell., äuß. lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., wen. dickw. u. zieml. schmale, an der Basis etw. zusammeng. Deckh.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig: Z. lang u. sehr schmal. Schw.-Gew. zieml. großlückig, zwei- oder dreischichtig: Z. zieml. groß.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. stark verholzt., doch weitl., typ. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit zieml. weitl. Skler.-R. Idiobl. wen. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zahlr. meist größere, bisw. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr.; selten Drusen. Im Bast, seltener im Holz: zieml. häuf. kleinere Einzelkr., h. u. w. auch Krist.-Aggr. Im Mesoph.: selten größere Drusen.

38. *Acer nikoense* Maxim.
Maximowicz. Japan H. M.

Bl. zieml. dünn.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß. mit zieml. stark gewellten Seitenr. Kutik. gestr. H. u. w. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit gebog. bis gewellten, bisw. auch zackigen Seitenr. Außenw. wie bei voriger papillös.

Sp.-Öffn. sehr zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus III. Springen häuf. etw. vor. Eisod. stark verd.

Trich. An der ganzen Bl.-Unt. seltener. Ob. zieml. zahlr., einf., einzell., lange, mehr o. wen. dickw. u. zieml. engl., meist skler., an der Basis bisw. schw. zwiebela. erweit. Deckh. mit häuf. schw. gestrichelter Kutik. Nicht selten, bes. oberseits. sind diese Haare von bes. Nebenz. umgeben, die rosettenf. angeordnet. etw. dickw. u. am Haar etw. emporgezogen sind. Nur an jungen Blättern an den größeren Nerven der Bl.-Ob. annäh. keulenf. Drüsenh. Der meist zwei-, selten einzellr., gew. zehn- resp. fünfzell. Stiel geht allm. in ein dünnw., vielz., ellips. bis kugel. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. von gew. Länge u. Breite. Schw.-Gew. zieml. dicht, zwei- bis dreischichtig; Z. annäh. isodiam.; h. u. w. Z. der oberen Zellage schw. palisadena.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. mit relat. weitl. Skler.-R. Idiobl. wen. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: nicht sehr zahlr. mittelgroße Einzelkr. Im Bast: zieml. selten kleine Einzelkr.

39. *Acer griseum* (Franch.) Pax.
Zentral-China. H. P.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit gebog. bis schw. gewellten Seitenr. Außenw. schw. vorgew. Kutik. deutl. gestr. H. u. w. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß. mit geraden Seitenr. Außenw. etw. weniger stark papillös als wie bei voriger. Papillen meist halbkugel., seltener stumpf kegelf.

Sp.-Öffn. zahlr., sonst wie bei voriger.

Trich. An der ganzen Bl.-Unt. einf., einzell., lange u. kürzere, dickw. u. engl., skler., an der Basis meist schw. zwiebela. erweit. Deckh., h. u. w. von Nebenz. umgeben, wie bei voriger. In den Achseln der Hauptn. sind auch einf., einzell. Haare vorh., die aber länger u. weitl. sind, u. deren Kutik. mehr o. wen. deutl. gestrichelt ist. Diese Haare sind sehr zahlr. vorh. u. verleihen der Bl.-Unt. ein schw. filziges Aussehen. Auf der Bl.-Unt. in den Achseln der

Hauptn. Drüsenh. wie bei voriger, nur Stiel meist ein-, seltener zweizellr.

Mesoph. Pal.-Gew. einschichtig; Z. zieml. lang u. zieml. schmal. Schw.-Gew. locker, zwei- bis dreischichtig.

Kleinere Gefäßb. mit dickw., z. T. verholzt, doch weitl., typ. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit zieml. weitl. Skler.-R. Idiobl. zieml. weitl., meist skler.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zieml. zahlr. meist mittelgroße Einzelkr. Im Bast: selten kleine Einzelkr.

Sektion IV. *Integrifolia.*

Hinsichtlich der wesentlichen anatomischen Verhältnisse zeigt diese Sektion eine ziemlich große Übereinstimmung mit der vorhergehenden. Einfache, einzellige Deckhaare, Drüsenhaare von der gewöhnlichen keulenartigen Form, Einzelkristalle in Begleitung der Gefäßbündel, das Fehlen von Drusen und von Milchsaft sind die allen Arten gemeinsamen Charakteristika. Es unterscheidet sich diese Sektion von der vorhergehenden hauptsächlich durch die viel dickere Beschaffenheit der Blätter, die schon makroskopisch einen meist ziemlich deutlich xerophilen Charakter dokumentieren. Dieser gibt sich auch ganz allgemein in der Blattstruktur zu erkennen. Die mehr oder weniger starke Dickwandigkeit der ober- und unterseitigen Epidermiszellen und die typische Ausbildung des Begleitgewebes der kleineren Gefäßbündel sprechen deutlich dafür. Zu erwähnen ist noch, daß mit Ausnahme von *A. Schwerinii*, bei dem hin und wieder die Innenwände der oberen Epidermiszellen verschleimt sind, keine Verschleimung der Epidermiszellen vorhanden ist.

41. *Acer niveum* Blume.
Java. H. M.

Bl. äuß. dick.

Ob. Epid. Zellen in der Fl.-A. sehr klein, mit geraden Seitenr. Zellw. dickw., bes. Außen- u. Seitenw., die kutikularisiert sind u. auf dem Querschn. U förmig verdickt erscheinen. Kutik. dick, mit dünn. Wachsschicht bedeckt.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. sehr klein, mit geraden Seitenr. Außenw. häuf. subpapillös, seltener deutl. entwickelte Papillen. Diese dann meist halbkugel., weniger häuf. stumpf kegelf. Ganz bes. charakterisch ist, daß hier an der Bildung je einer Papille meist mehrere Epidermiszellen beteiligt sind. Kutik. mit dicker Wachsschicht bedeckt. Diese verleiht der Bl.-Unt. eine auff. weiße Färbung.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typ. IV. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. nicht beobachtet (junge Blätter fehlen).

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. dreischichtig: Z. der oberen Zellage sehr lang u. zieml. schmal, der mittleren zieml. lang und zieml. schmal, der unteren kurz u. zieml. breit. Schw.-Gw. zieml. dicht, vier- bis fünfschichtig; Größe der Z. nimmt von Zellage zu Zellage ab.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. stark verholzt., doch weitl., typ. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit zieml. dick, eng- u. schw. weitl. Skler.-R. Das an diesen angrenzende Kollench.-Gew. ist z. T. skler. Idiobl. wen. weitl., bisw. skler.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: relat. selten Einzelkr. Im Mesoph.: zahlr. größere u. kleinere, bisw. tafelf. Einzelkr., seltener Krist.-Kongl. u. sehr kleine, meist spindelf. Krist. Die häuf. im Pal.-Gew. vorh. größeren Einzelkr. sind sehr oft stäbchena. gestaltete Zwillingsformen, die mit ihrer Hauptachse senkrecht zur Blattfläche stehen.

42. *Acer oblongum* Wall.

Assam, Government of India. H. M.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. klein, mit gewellten Seitenr. Zellw. zieml. dickw. Kutik. bisw. sehr schw. gestr.

Unt. Ep. Z. in der Fl.-A. sehr klein, meist mit geraden, seltener gebog. Seitenr. Zellw. auch etw. dickw.

Sp.-Öffn. wie bei voriger, nur im Querschn. vom Typus I.

Trich. Auf der Bl.-Unt. in den Achseln der größeren Nerven einf., einzell., nicht sehr lange, meist dickw. Deckh. Auf der Bl.-Ob. an den größeren Nerven junger Blätter annäh. keulenf. Drüsenh. Der einzellr., meist fünfzell. Stiel geht allm. in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. zieml. lang u. von gew. Breite, Längs. meist schw. gewellt. Schw.-Gew. zieml. dicht, meist vierschichtig. Größe der Z. nimmt von Zelllage zu Zellage ab. Z. annäh. isodiam. Sehr häufig kommen Schleimidioblasten vor, die sich vor den Nachbarzellen schon durch ihren hellen Inhalt und durch ihre besondere Größe auszeichnen. Im Pal.-Gew. sind diese Idiobl. meist dick und wurstförmig, seltener langgestreckt u. zylindrisch. Im Sch.-Gew. sind sie annäh. kugel.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. mit zieml. dick., relat. engl. Skler.-R. Idiobl. sehr wen. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: sehr zahlr. mittelgroße und kleinere Einzelkr. Häuf. kommt in den unteren Ep.-Z. je ein kleiner Einzelkr. vor; seltener sind zwei Krist. oder Krist.-Aggr. in den Z. vorh. Die kristallführenden Z. sind meist kleiner, u. wird das Lumen derselben von den Krist. fast vollständig eingenommen.

43. *Acer laevigatum* Wall.
Wallich. No. 1223 a. Napalia. H. M.

Bl. äuß. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit gebog. bis schw. gewellt. Seitenr. Zellw., bes. Außen- u. Seitenw. zieml. dickw. Kutik. nur in der Nähe der Hauptn. sch. gefaltet.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. klein u. groß, mit geraden Seitenr. Die großen Z. sind meist schmal u. langgestreckt. Zellw. wie obers. etw. dickw.

Sp.-Öff. wie bei voriger.

Trich. Auf der Bl.-Unt. in den Achseln der größeren Nerven einf., einzell., lange u. kürzere, h. u. h. gewundene, schlauchf., meist nur wen. dickw. u. zieml. weitl., bisw. sogar zieml. dünnw., h. u. w. an der Basis etw. zusammeng. Deckh. Drüsenh. wie bei voriger, nur Stiel bisw. auch zweizellr.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. wie bei voriger. Schw.-Gew. zieml. dicht, meist fünfschichtig: Z. zieml. groß. Z. der obersten Schicht häuf. palisadena. Schleimidioblasten wie bei voriger, nur weniger häuf.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. mit zieml. dick., eng- u. weitl. Skler.-R. Idiobl. wen. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zieml. zahlr. größere, seltener kleinere Einzelkr.

45. *Acer Schwerinii* Pax.
Cult. hort. Graf von Schwerin.

Bl. zieml. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit meist schw. gebog., seltener geraden Seitenr. Zellw. zieml. dickw. Kutik. gestr. H. u. w. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A mittelgroß, mit schw. gebog. oder geraden Seitenr. Zellw. ebenf. etw. dickw. Außenw. häuf. mehr oder wen. vorgewölbt.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus IV. Eisod. zieml. stark verd. Bisw. springen die Sp.-Öffn. etw. vor.

Trich. An den größeren Nerven junger Bl. Deckh. wie bei voriger, nur an der Basis stets zusammeng. Drüsenh. wie bei voriger.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. sehr lang u. schmal. Schw.-Gew. zieml. locker, dreischichtig; Z. relat. groß, annähernd isodiam., von Zellage zu Zellage etw. an Größe abnehmend.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. mit relat. weitl. Skler.-R. Idiobl. zieml. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zahlr. mittelgroße, meist von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Im Bast, seltener im

Holz: h. u. w. kleine Einzelkr. Im Mesoph.: häuf. sehr kleine meist kurz stäbchenf. Krist.

Sektion V. *Indivisa.*

Während die anatomischen Unterschiede bei den ersten vier Sektionen im großen und ganzen nicht sehr erhebliche sind, da die einzelnen Verwandtschaftsgruppen in den wesentlichen Punkten, wie Trichombildung und Kristallverhältnisse, übereinstimmen, zeichnen sich die Vertreter dieser Sektion mit Ausnahme von *A. carpinifolium*, dessen anatomische Struktur mehr für die vorhergehende Sektion paßt, ganz wesentlich von jenen aus. Lasse ich bei der Aufzählung der dieser Sektion zukommenden Charakteristika die eben erwähnte Art unberücksichtigt, so fällt zunächst auf das fast völlige Fehlen von Deckhaaren und die starke Ausbildung der Drüsenhaare, deren Haupttypus sehr lange, einzellreihige, vielzellige Haare bilden. Neben den letzteren, und durch Übergänge verbunden, finden sich bei einem Teile der Arten noch zottenartige Haargebilde, welche entweder ganz oder nur an der Basis oder der Spitze mehrzellreihig sind und bei diesen Arten die vorherrschende Haarform bilden. Einen ganz abweichenden Haartypus besitzt schließlich *A. distylum*, welches meines Erachtens aus der Sektion zu entfernen ist (siehe die systematischen Betrachtungen am Schlusse des allgemeinen Teils), nämlich zweiarmige Haare mit kurzem, wenigzelligem Stiel und einzelligem Doppelarm.

Auch die Kristallverhältnisse sind in dieser Sektion wesentlich andere. Während in den vorhergehenden Verwandtschaftskreisen Einzelkristalle, und zwar besonders in Begleitung der Gefäßbündel vorwiegend vorkommen, finden sich bei sämtlichen Arten dieser Sektion hauptsächlich Drusen, die häufig auch noch durch ihre sphäritenartige Ausbildung ausgezeichnet und meist im Schwammgewebe bisweilen in besonderen Kristallidioblasten vorhanden sind. In Begleitung der Gefäßbündel dagegen sind Kristalle sehr wenig zahlreich, und dann als Drusen und nur selten als Einzelkristalle ausgeschieden. Höchst charakteristisch für diese Sektion ist ferner die schwache Entwickelung des die größeren Gefäßbündel begleitenden Sklerenchyms, welches nur noch bei *A. Hookeri* einen geschlossenen aber dünnen Sklerenchymmantel bildet. Bei allen anderen Vertretern ist die Sklerenchymbildung nur noch auf die dorsale und ventrale Seite der Gefäßbündel beschränkt, oder sie ist sogar eine so unvollkommene, daß auf dem Querschnitt in Begleitung der Gefäßbündel nur noch hin und wieder einzelne Sklerenchymzellgruppen angetroffen werden. Charakteristisch ist auch die Ausbildung der unterseitigen Epidermis, deren Kutikula bei fast allen Arten deutlich gestreift ist. Diese Kutikularfalten sind im allgemeinen um die Spaltöffnungen herum etwas stärker entwickelt und gehen von diesen meist strahlenförmig aus; seltener umgeben sie diese kreisförmig. Auch die Verteilung der Stomata ist eine eigen-

artige, indem dieselben unregelmäßig verteilt sind und meist in größeren Gruppen beisammenstehen. Letztere beiden Strukturverhältnisse sind deshalb so bemerkenswert, weil sie außerdem nur noch einigen Vertretern der Sektion *Macrantha* zukommen. Schließlich ist noch hervorzuheben, daß gewöhnlich zahlreiche Epidermiszellen ober- sowie unterseits verschleimte Innenwände besitzen; bei *A. laxiflorum* fehlt die Verschleimung.

Ebenso wie in den vorhergehenden Sektionen ist auch hier kein Milchsaft vorhanden, doch zeichnen sich die Idioblasten des Bastes meist durch große Weitlumigkeit aus. Papillenbildung kommt nicht vor.

48. *Acer carpinifolium* Sieb. et Zucc.
Maximowicz. Japan. H. M.

Bl. zieml. dünn.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A zieml. groß, mit zieml. stark gewellten Seitenr. Kutik. sehr schw. gestr.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit gewellten Seitenr.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd. H. und w. auch auf der Bl.-Ob. in der Nähe der größeren Nerven etw. größere Sp.-Öffn.

Trich. Auf der Bl.-Unt. an den größeren Nerven u. in den Achseln ders. einf., einzell., lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., wen. dickw., weitl., an der Basis etw. zusammeng. Deckh. An den größeren Nerven annäh. keulenf. Drüsenh. Der einzellr., meist fünfzell. Stiel geht allm. in ein dünnw., vielz., etw. langgestrecktes Köpfchen über. H. u. w. ist der Stiel etw. länger u. mehrzelliger.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. lang u. schmal, bisweilen etw. breiter u. durch Horizontalw. geteilt. Schw.-Gew. locker, meist dreischichtig; Z. relat. zieml. klein.

Kleinere Gefäßb. mit stark verholzt., doch weitl., typ. Begl.-Gw. Bl.-Ob. im Verl. der kleineren Nerven schw. netzartig gefurcht.

Größere Gefäßb. mit zieml. weitl. Skler.-R. Idiobl. wen. weitl., z. T. dickw.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zieml. zahlr. meist mittelgr., selten kleine, bisw. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkristalle. Selten typ. u. sphäritena. Drusen. Im Pal.-Gew.: h. u. w. kleinere Einzelkr.

49. *Acer sikkimense* Miq.
Hooker fil. et Thomson. Ind. Or. Sikkim. H. M.

Bl. äuß. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgr. mit gerad. Seitenr. Außenw. zieml. stark verd. Kutik. schw. gekörnelt. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. ziemlich klein, mit geraden Seitenr. Kutik. stark gefaltet. Die Kutikularfalten umgeben die Sp.-Öffn. meist kreisf. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. sehr zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus II. Eisod. stark verd.

Trich. Auf der Bl.-Unt. an den Hauptn. u. in den Achseln derselben lange u. kürzere Drüsenh. von verschiedener Form. Meist sind sie ein-, seltener zweizellr. u. vielz. Die Basalz. sind etw. dickw. u. klein; nach dem apikalen Ende zu werden die Z. dünnw., größer u. sind meist in der Längsrichtung des Haares etwas gestreckt. Die einzelnen Z. sind entw. zylindrisch oder schw. tonnena. erweit. Sind die Haare an der Basis zweizellr., so teilen sie sich häuf. etwas über derselben in je zwei einzellr. Haarfäden. Zieml. selten sind typ. Haarzotten vorh., die aber nur wenigzellreihig sind. Deckhaare nicht beobachtet.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. zieml. lang u. schmal. Schw.-Gew. locker, sechs- bis siebenschichtig: Z. mit Ausnahme der untersten Schicht zieml. groß u. mehr o. wen. parallel zur Oberfl. des Bl. gestreckt. Z. der untersten Schicht annäh. isodiam., dünnwandiger u. stehen dichter miteinander in Verbindung.

Kleinere Gefäßb. mit etw. dickw. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. Kein Skler.-R. vorh. Nur stellenweis von wen. skler. Zellgruppen begleitet. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. Im Sch.-Gew. bisw. in bes. Krist.-I.: vorw. zieml. häuf. größere u. kleinere typ., bisw. auch sphäritena. Drusen. In Begl. der Gefäßb.: selten typ. u. sphäritena. Drusen, seltener Einzelkr.

50. *Acer distylum* Sieb. et Zucc.
Maximowicz. Japan. H. M. Blütenexemplar.

Bl. zieml. dünn.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgr., mit geraden Seitenr. Kutik. schw. u. unterbr. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit mehr od. wenig. gebogenen Seitenr. H. u. w. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. zieml. zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. An den größeren Nerven zweiarmige, wahrscheinl. Drüsenhaare mit kurzem, ein- bis fünf-, meist aber zwei- oder dreiz. Stiel u. gleicharmiger, langer, weitl. u. dünnw., wagerechter Endzelle.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig: Z. von gew. Länge u. zieml. schmal. Schw.-Gew. sehr locker, drei- bis viersch.: Z. zieml. groß.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dickw., doch weitl. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. wie bei voriger. Idiobl. zieml. weitl.

Oxals. Kalk. Im Schw.-Gew. bisw. in bes. Krist.-I.: vorw. ziemlich zahlr. größere Drusen, selten größere, stets von kleinen Krist.-Aggr. umgebene Einzelkr. In Begl. der Gefäßb.: zieml. selten kleine u. größere Drusen.

51. *Acer Hookeri* Miq.
var. β *majus* Pax.
Hooker fil. et Thomson. Ind. Or. Sikkim. H. M.

Bl. sehr dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit geraden Seitenr. Die Außenw. haben nach außen, bes. in der Nähe der Nerven kleine warzen- bis wallartige Verdickungen. Kutik. fein gekörnelt. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Kutik. unterbr. gestr. Um die Stomata herum sind diese Kutikularfalten etw. stärker entwickelt u. gehen meist von diesen strahlenförmig aus. H. u. w. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus II. Eisod. stark verd. Bisw. große Sp.-Öffn.

Trich. An den größeren Nerven meist lange Drüsenh. An der Basis sind sie ein- oder zweizellreihig u. vielz., nach dem apikalen Ende zu erweitern sich diese Haare ganz allmähl., werden mehrzellreihig und bilden ein langgestrecktes, dünnw., vielz., großes Köpfchen. Die Basalzellen sind meist klein u. mehr od. wen. dickw.; nach der Spitze zu werden die Z. größer u. dünnw. Bisw. kommen auch noch mehr als zweizellreihige Haare vor, die typ. Drüsenzotten bilden. An jungen Bl. einer kult. Art habe ich an den Hauptn. h. u. w. schmale, einf., einzell., kürzere u. längere, zieml. dünnwandige, an dem apikalen Ende abgerundete Deckh. angetroffen.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. zieml. kurz u. zieml. schmal. Schw.-Gew. zieml. großlückig, meist sechsschichtig; Z. mit Ausnahme der untersten Schicht sehr unregelmäßig gestaltet u. meist groß. Z. der untersten Zellage kleiner, annäh. isodiam. u. etw. dünnwandiger.

Kleinere Gefäßb. mit etw. dickw., doch weitl. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit dünn. u. zieml. weitl. Skler.-R. Obers. Kollch. stark entwickelt, Idiobl. sehr weitl.

Oxals. Kalk. Im Schw.-Gew. bisw. in bes. Krist.-I.: vorw. zieml. zahlr. größerere u. kleinere Drusen. Im Bast: h. u. w. kleine Einzelkr.

52. *Acer Davidii* Franch.
H. P.

Bl. sehr dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgr. mit geraden Seitenr. Außenw. etw. dickw. Kutik. meist fein gekörnelt, seltener unterbr. schw. gestr., sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgr., mit mehr oder wen. gebog. Seitenr. Kutik. meist schw. gestr.; u. zwar gehen diese Kutikularfalten meist strahlenf. von den Stomata aus. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. sehr zahlr., in der Fl.-A. klein, annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd. Die Sp.-Öffn. sind auf der Ep. unregelm. verteilt u. stehen meist in größeren Gruppen beisammen. H. u. w. kommen größere Sp.-Öffn. vor, die dann meist isoliert stehen.

Trich. Auf der Bl.-Unt. nur in den Achseln der Hauptn. sehr lange, einzellr., vielz. Drüsenh. An der Basis sind die Z. klein u. dickw., nach dem apikalen Ende zu werden sie allm. größer, dünnw. u. sind meist schw. tonnena. erweit. Der Längsdurchmesser der einzelnen Z. ist nur wen. größer als der Querdurchmesser. H. u. w. sind je zwei Haare an der Basis miteinander verwachsen. Deckh. nicht beobachtet.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. sehr lang u. sehr schmal. H. u. w. Z. breiter u. durch eine Horizontalw. geteilt. Schw.-Gew. locker, vier- bis fünfschichtig.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. Kein Skler.-R. vorh. Nur stellenweis von etw. dickw. bisw. schw. skler. Zellgruppen begleitet. Obers. Kollench. etw. stärker als gew. entwickelt. Idiobl. sehr weitl.

Oxals. Kalk. Im Schw.-Gew. bisw. in bes. Kryst.-I.: vorw. äuß. zahlr. große u. kleinere typ. u. sphäritena. Drusen; seltener größere meist quadratische oder stabartige Einzelkr. In Begl. der Gefäßb.: wen. zahlr. typ. u. sphäritena. Drusen, seltener Einzelkr. häuf. von quadratischer oder stäbchena. Form. Im Bast: bisw. kleine Drusen, seltener kleine, häuf. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr.

53. *Acer laxiflorum* Pax.
var. *α genuinum* Pax.

Pratt. Nr. 838. West Szechuen. H. B. Blütenexemplar.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. klein, mit geraden Seitenr. Außen- u. Seitenw. auf dem Querschn. schw. U förmig verdickt u. kutikularisiert. Kutik. sehr deutl. gestr.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. klein, mit schw. gebog. Seitenr.

Sp. Öffn. sehr zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. Auf der ganzen Bl.-Unt. einf., einzell., lange bis kurze, mehr o. wen. dickw., selten zieml. dünnw. u. weitl., meist skler., häuf. an der Basis etw. erweitert. Deckh. mit deutl. gestrichelter bis kleinwarziger Kutik. Häuf. sind diese Haare von bes. Nebenz. umgeben, die etw. dickw., rosettena. angeordnet u. am Haare etw. emporgezogen sind. Diese Trichome sind so zahlr., daß sie der Bl.-Unt. ein schw. filziges Aussehen verleihen. Auf der Bl.-Unt. an den Hauptn. u. in deren Achseln äuß. lange vielz., h. u. h. gebog. Drüsenh. von sehr verschiedener Gestalt. Meist sind sie

an der Basis mehrzellreihig u. werden nach der Spitze zu allm. einzellr. Häuf. teilen sich auch wieder Z. nahe der Spitze durch Horizontal- u. Vertikalw. u. bilden ein mehr o. wenig. deutl. entwickeltes langgestrecktes Köpfchen. Seltener sind die Haare ausschließlich einzellr. oder am Grunde einzellreihig u. an der Spitze erweit. u. köpfchenartig. Auf der Ob. der Bl. an den Hauptn. kommen Drüsenh. vor, die an die Drüsenh. erinnern, die haupts. bei den Arten vorhergehenden Sektionen angetroffen wurden. Der ein- oder zweizellr. Stiel, der aber hier meist aus einer größeren Zahl Z. besteht, geht ganz allm. in ein großes, etw. langgestrecktes, vielz. Köpfchen über. Außerdem kommen bes. obers. Drusenzotten vor, die lang, zieml. dick u. keulena. sind. Bisw. sind auch je zwei Haare an der Basis verwachsen. Im allg. sind die Z. der Trichome an der Basis zieml. dickw. u. klein; nach dem apikalen Ende zu werden sie dünnw., größer u. sind meist etw. in der Längsrichtung des Haares gestreckt. Teils sind die Z. zylindrisch, teils schw. tonnena. erweit.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig: Z. von gew. Länge u. Breite, Längsw. häuf. schw. gewellt. Schw.-Gew. zieml. locker, vier- bis fünfschichtig; Z. der obersten Zellage etw. größer.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. Kein Skler.-R. vorh. Nur stellenweis von etw. dickw. bisw. schw. skler. Zellgruppen begleitet. Idiobl. wen. weitl.

Oxals. Kalk. Im Schw.-Gew. bisw. in bes. Krist.-I.: zieml. häuf. meist größere Drusen. In Begl. der Gefäßb.: wen. häuf. kleinere Drusen, selten kleinere Einzelkr. Im Bast: h. u. w. kleine Drusen.

54. *Acer crataegifolium* Sieb. et Zucc.
Maximowicz. Japan. H. M.

Bl. sehr dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. groß, mit geraden Seitenr. Kutik. zieml. dick, z. T. gekörnelt, z. T. deutl. aber unterbr. gestr. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. groß, mit geraden Seitenr. Z. im Querschn. auff. hoch. Kutik. deutl. gestr., bes. um die Stomata herum. Von diesen gehen die Kutikularfalten meist strahlenf. aus. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp. Öffn. zahlr., in der Fl.-A. zieml. groß, ellipt., im Querschn. vom Typus II. Eisod. sehr stark verd. Die Sp.-Öffn. sind auf der Ep. unregelm. verteilt u. stehen meist in größeren Gruppen beisammen.

Trich. Nur an den größeren Nerven junger Bl. sind Drüsenh. vorh., deren Gestalt sehr verschieden ist. Von den gew. keulenf. Drüsenh. mit ein-, selten zweizellr. Stiel u. vielz.,

etw. langgestrecktem Köpfchen bis zu zieml. langen, h. u. h. gebog., meist einzellr. Haaren sind alle mögl. Übergänge vorh. H. u. w. sind auch ein- oder mehrere Z. etw. erweit. u. durch Vertikalw. geteilt. Bisw. sind auch die Haare an der Basis mehrzellr. u. werden allm. einzellr. Bei letzteren findet auch häuf. etw. über der Basis eine Teilung in je zwei einzellr. Haarfäden statt. Im allgemeinen sind auch hier die Z. der Trichome an der Basis zieml. dickw. u. klein; nach dem apikalen Ende zu werden sie dünnw., größer u. sind meist etw. in der Längsrichtung des Haares gestreckt. Meist sind die einzelnen Z. schw. tonnena. erweit. Deckh. nicht beobachtet.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. lang u. zieml. schmal. Schw.-Gew. sehr locker, meist vierschichtig.

Kleinere Gefäßb. mit etw. dickw., z. T. verholzt., doch weitl. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. Kein geschlossener Skler.-R. vorh. Nur an der dorsalen u. ventralen Seite sind relat. weitl. Skler.-platten vorh., u. zw. sind diese auf der ventralen Seite viel stärker ausgebildet als auf der dorsalen. Obers. Kollench. etw. stärker als gew. entwickelt. Idiobl. sehr weitl.

Oxals. Kalk. Im Schw.-Gew. häuf. in bes. Krist.-I.: vorw. zahlr. große, seltener kleinere meist typ., seltener sphäritena. Drusen, h. u. w. größere Einzelkr. u. größere Krist.-Aggr. In Begl. der Gefäßb.: zieml. zahlr. größere u. kleinere, meist typ., seltener sphäritena. Drusen, weniger häuf. größere Einzelkr. u. Krist.-Aggr.

55. *Acer Veitchii* Graf v. Schwerin.

Cult. hort. Graf v. Schwerin.

Bl. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Kutik. teils gekörnelt, teils gestr. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Z. im Querschn. zieml. hoch. Kutik. um die Stomata herum deutl. gestr. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp. Öffn. sehr zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus II. Eisod. sehr stark verd. Die Sp.-Öffn. sind auf der Ep. unregelm. verteilt u. stehen meist in größeren Gruppen beisammen, seltener sind sie isoliert.

Trich. An den Hauptn. der Bl.-Unt. zieml. lange Drüsenh. von verschiedener Gestalt. Zieml. selten sind die Haare ausschließlich einzellr. Meist sind sie nur annäh. bis zur Hälfte einzellr., erweitern sich dann ganz allm. zu einem langgestreckten mehr- oder wenigzelligen Köpfchen. H. u. w. sind auch je zwei Haare an der Basis miteinander verwachsen. Zieml. selten kommen annäh. keulena. Drüsenzotten vor, die an der Basis zweizellr., nach dem apikalen

Ende zu aber mehrzellreihig werden. Im allgemeinen sind die Z. an der Basis meist flach u. zieml. dickw.; nach der Spitze zu werden sie etw. höher u. dünnw. Deckh. am Bl. nicht beobachtet, dagegen an den Knospenschuppen. Diese sind einf., einzell., länger u. kürzer, dickw., engl. u. an der Basis etw. zusammeng.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. lang u. zieml. schmal. Bisw. Z. etw. breiter u. durch je eine Horizontalw. geteilt. Schw.-Gew. locker, vier- bis fünfschichtig; Z. zieml. groß, unregelm. gestaltet.

Kleinere Gefäßb. mit etw. dickw. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. wie bei voriger, nur Skler.-platten schwächer entwickelt. Idiobl. sehr weitl.

Oxals. Kalk. Im Schw.-Gew. bisw. in bes. Krist.-I.: zieml. zahlr. meist große typ., bisw. auch sphäritena. Drusen, seltener größere Einzelkr. u. größere Krist.-Aggr. In Begl. der Gefäßb.: zieml. zahlr. typ. u. sphäritena. Drusen, weniger häuf. mittelgroße Einzelkr.

Sektion VI. *Rubra.*

Diese Sektion schließt sich in anatomischer Hinsicht der vorhergehenden insofern an, als die Trichom- und Kristallverhältnisse eine ziemlich große Übereinstimmung zeigen. Es sind auch hier Drusen, die sehr häufig sphäritenartige Struktur besitzen, vorherrschend und Einzelkristalle selten, doch sind in dieser Verwandtschaftsgruppe im Gegensatz zur vorhergehenden die Kristalle gerade in Begleitung der Gefäßbündel vorwiegend, während sie im Schwammgewebe weniger zahlreich vorhanden sind. Die Ausbildung der Drüsenhaare ist bei den einzelnen Vertretern verschieden. Von langen einzellreihigen, vielzelligen Haaren, die den Haupttypus der in der Sektion V., *Indivisa,* vorhandenen Drüsenhaare repräsentieren, bis zu den gewöhnlichen, annähernd keulenförmigen mit ein- oder zweizellreihigem, kurzem Stiel und deutlich entwickeltem, vielzelligem Köpfchen, welche für die ersten vier Sektionen charakteristisch sind, kommen entsprechende Zwischenstufen vor.

Sämtliche Arten dieser Sektion sind ferner ausgezeichnet durch einfache, einzellige Deckhaare, durch subpapillöse Entwicklung der unterseitigen Epidermisaußenwände und durch häufige Verschleimung der Innenwände in der oberen Epidermis. Zu bemerken ist noch das Fehlen von Milchsaft und die helle bis lebhaft weiße Färbung der Blattunterseiten, die durch eine der Kutikula aufgelagerte mehr oder weniger dicke Wachsschicht bedingt ist.

56. *Acer rubrum* L.

Lectum circa Reading in Pensylvania. H. E.

Bl. dünn.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit schw. gewellten Seitenr. Kutik. deutl. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Außenw. mehr o. wen. stark subpapillös. Kutik. mit Wachsschicht bedeckt. Diese verleiht der Bl.-Unt. ein helles Aussehen.

Sp. Öffn. zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus III. Eisod. ziemlich stark verd.

Trich. Auf der Bl.-Unt. in den Achseln der Hauptn. einf., einzell., lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., zieml. dickw. u. zieml. weitl., an der Basis meist zusammeng. Deckh. mit gestrichelter Kutik. Nur an jungen aus der Knospe herauspräparierten Bl. lange, einzellr., vielz., dünnw. u. sehr weitl. Drüsenh. An der Basis sind die Z. meist klein, nach dem apikalen Ende zu werden sie etw. größer u. sind meist etw. in der Längsrichtung des Haares gestreckt. Teils sind die einzelnen Z. zylindrisch, teils schw. tonnenf. erweit.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig: Z. von gew. Länge u. Breite. Schw.-Gew. locker, meist dreischichtig; Z. annäh. gleich groß.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dickw., z. T. verholzt., doch weitl. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit relat. weitl. Skler.-R. Idiobl. wen. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: nicht zahlr. typ., bisw. auch sphäritena. Drusen, selten Einzelkr. Im Schw.-Gew.: h. u. w. Drusen.

57. *Acer Drummondii* Hook. et Arn.
Cult. hort. Graf v. Schwerin.

Bl. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit gebog., seltener geraden Seitenr. Außenw. etw. verdickt. Kutik. deutl. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen.M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Außenw. mehr o. wen. stark subpapillös. Kutik. mit dicker Wachsschicht bedeckt, welche der Bl.-Unt. ein weißes Aussehen verleiht.

Sp.-Öffn. wie bei voriger, nur im Querschn. vom Typus II.

Trich. An den Nerven der ganzen Bl.-Unt. Deckh. wie bei voriger, nur etw. weniger dickw. u. weitl. An den Hauptn. der Bl.-Ob. h. u. w. zieml. kleine, einzellr., keulenf. Drusenh. Sie bestehen meist aus drei- seltener aus vier oder fünf Z. Die Basalzellen sind klein u. etw. dickw.; nach dem apikalen Ende zu werden die Z. dünnw., breiter u. größer. Die einzelnen Z. sind schw. tonnenartig erweit.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. äuß. lang u. schmal. Schw.-Gew. locker, relat. dünn, meist drei- seltener zweischichtig; Z. annäh. gleich groß. Z. der unteren Schicht bisw. palisadena.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dickw., z. T. verholzt., doch weitl., typ. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. wie bei voriger. Das die Gefäßb. umgebende Kollenchymgewebe ist z. T. skler. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zahlr. größere bis sehr kleine, meist sphäritena., seltener typ. Drusen; weniger häuf. größere, meist von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Im Schw.-Gew.: zahlr. größere typ., meist aber sphäritena. Drusen; zieml. zahlr. größere, von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr.

58. *Acer tomentosum* Desf.

E. Koehne No. 173. Herbar. dendrologicum H. M.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Kutik. sehr schw. gestr., bisw. gestrichelt. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Außenw. mehr o. wen. subpapillös; über den kleineren Nerven Papillen etw. stärker entwickelt, meist halbkugel. Kutik. mit dünner Wachsschicht bedeckt, welche der Bl.-Unt. ein grauweißes Aussehen verleiht.

Sp.-Öffn. wie bei voriger, nur Eisod. stark verd. H. u. w. größere Sp.-Öffn. vorh.

Trich. An den Nerven der ganzen Bl.-Unt. sehr zahlr., einf., einzell., lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., zieml. dickw., doch weitl., an der Basis meist etw. zusammeng. Deckh. Diese Haare fallen bei der vollst. Bl.-Entwicklung mit Ausnahme der an den Hauptn. meist ab, seltener sind sie persistent. In letzterem Falle erscheint die Bl.-Unt. schw. filzig. An den Hauptn., bes. auf der Bl.-Ob. zieml. kleine, annäh. keulenf. Drüsenh. Diese sind einzellr., aber nicht vielz., gew. siebenz. Die Basalzellen sind zieml. klein u. etw. dickw.; nach dem apikalen Ende zu werden die Z. breiter u. dünnw.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig. Z. sehr lang u. schmal. Schw.-Gew. locker, dreischichtig; Z. der oberen Zellage etw. größer.

Kleinere Gefäßb. mit etw. dickw. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit relat. weitl. Skler.-R. Idiobl. wen. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zieml. zahlr. große u. kleinere typ., bisw. auch sphäritena. Drusen; seltener häuf. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. u. Krist.-Aggr. Im Schw.-Gew.: zieml. häuf. typ., h. u. w. sphäritena. Drusen, zieml. selten größere, von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Im Pal.- u. Schw.-Gew.: zahlr. sehr kleine Krist. Im Bast: h. u. w. kleine Einzelkr.

59. *Acer saccharinum* L.

Hort. botan. Erlang.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden, bis schw. gebog. Seitenr. Kutik. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Außenw. mehr o. wen. subpapillös. Kutik. mit zieml. dicker Wachsschicht bedeckt, die der Bl.-Unt. ein weißes Aussehen verleiht.

Sp.-Öff. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typ. III. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. Auf der ganz. Bl.-Unt. zahlr. einf., einzell., zieml. kurze, starre, zieml. dickw. Deckh., die etw. über der Basis annäh. im rechten Winkel gekrümmt sind, so daß der größte Teil des Haares der Epidermis fast anliegt. Die Kutik. ist kleinwarzig. In den Achseln der größern Nerven annäh. keulenf. Drüsenh. Der zwei-, selten einzellr., meist zehn- resp. fünfzell. Stiel geht allm. in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. lang u. zieml. schmal. Schw.-Gew. zieml. locker, zweischichtig; Z. annäh. gleich groß.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dünnw. Begl.-Gew.

Größ. Gefäßb. mit zieml. weitl. Skl.-R. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zahlr. typ., meist aber sphäritena. Drusen, häuf. mittelgroße Einzelkr. Im Schw.-Gew.: zieml. häufig typ. u. sphäritena. Drusen, seltener Einzelkr., bisw. kleine Kristallkörner.

Sektion VII. ***Negundo.***

Von sämtlichen Sektionen ist diese Verwandtschaftsgruppe ganz besonders unterschieden durch die äußerst charakteristischen Kristallverhältnisse, die nur noch bei *A. cissifolium* angetroffen werden. Bei allen drei zu *Negundo* gehörenden Arten sind im Mesophyll mehr oder weniger zahlreiche meist sehr große Kristallidioblasten vorhanden, die je einen sehr großen, mit seiner Hauptachse senkrecht zur Blattfläche stehenden Einzelkristall enthalten, und die meist schon bei Lupenvergrößerung helle, durchscheinende Punkte im Blatt hervorrufen. In Begleitung der Gefäßbündel kommen wie bei voriger Sektion besonders Drusen, die sehr häufig sphäritenartig ausgebildet sind, selten Einzelkristalle vor. Die Behaarung ist eine verhältnismäßig ziemlich reichliche und erstreckt sich stets auf die ganze Blattunterseite, bisweilen auch auf die Oberseite. Die Deckhaare sind einfach, einzellig, sklerosiert, meist ziemlich starr, an der Basis im allgemeinen zwiebelartig erweitert und bisweilen von besonderen Nebenzellen umgeben. Ihre Kutikula ist stets gestrichelt. Die Drüsenhaare sind die gewöhnlichen von keulenartiger Form, mit ein- oder zweizellreihigem, meist fünf- resp. zehnzelligem Stiel

und vielzelligem, dünnwandigem, ellipsoidischem bis kugeligem Köpfchen. Charakteristisch für diese Sektion ist noch der zentrische Blattbau oder wenigstens die Annäherung an denselben. Bei *A. californicum* ist nämlich das Mesophyll bifazial: doch ist infolge der wenig typischen Ausbildung des Schwammgewebes, dessen Zellen nur relativ sehr kleine Interzellulare zwischen sich lassen, zum zentrischen Blattbau nur ein kleiner Schritt. Hervorzuheben ist ferner die niemals vorkommende Verschleimung der inneren Epidermiszellwände, das Fehlen von Milchsaft und die Abwesenheit der Papillen.

60. *Acer Negundo* L.
Hort. botan. Erlang.

Bl. dünn.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. ziemlich groß, mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Kutik. fein gekörnelt.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit schw. gebog. Seitenr.

Sp.-Öff. zahlr., in der Fl.-A. klein, annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. Auf der ganz. Bl.-Unt. zahlr. einf., einzell., längere u. kürzere, meist nur wen. gebog., zieml. starre, dickw. u. zieml. engl., skler., an der Basis etw. zwiebela. erweit. Deckh. mit deutl. gestrichelter Kutik. Zieml. häuf. sind diese Haare von bes. Nebenz. umgeben, die etw. dickw., rosettenf. angeordnet und am Haar mehr o. wen. emporgezogen sind. An den größeren Nerven, bes. in den Achseln derselben, annäh. keulenf. Drüsenh. Der ein- oder zweizellr., meist fünf- resp. zehnzell. Stiel geht allm. in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über.

Mesoph. zentrisch, aus vier Zellagen bestehend. Z. der obersten Schicht typ. Pal.-Z., doch kurz u. breit. Z. der anderen Schichten meist isodiam, nur h. u. w. palisadena. Relat. sehr kleine Interzell.

Kleinere Gefäßb. mit etw. dickw. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. etw. stärker als gew. entwickelt. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. Im Mesoph.: vorw. zieml. zahlr. sehr große Krist.-I. mit je einem sehr großen Krist., der z. T. von kleinen Krist.-M. bedeckt ist u. mit seiner Hauptachse senkrecht zur Blattfläche steht. Diese Krist. rufen bei Lupenvergrößerung helle durchscheinende Punkte im Bl. hervor. Ferner h. u. w. Krist.-Aggr. u. zahlr., sehr kleine, meist stäbchenf. Krist. In Begl. der Gefäßb.: zieml. häuf. typ. u. sphäritena. Drusen, seltener, bisw. von kleineren Krist.-M. umgebene Einzelkr. Im Bast: relat. häuf. typ. u. sphäritena. Drusen, selten kleinere Einzelkr.

61. *Acer californicum* (Torr. et Gray.) Dietr.
M. E. Jones, A. M. Santa Cruz. H. M.

Bl. sehr dünn.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden, seltener schw. gebog. Seitenr.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. klein, mit schw. gebog., seltener geraden Seitenr.

Sp.-Öff. zahlr., in der Fl.-A. zieml. klein, ellipt., im übrigen wie bei voriger.

Trich. Am ganz. Bl., bes. aber unterseits einf., einzell., meist lange, seltener kürzere, meist nur wen. gebog., zieml. starre, mehr o. wen. dickw., aber zieml. weitl., skler. Deckh. mit deutl. gestrichelter Kutik. Meist sind sie an der Basis stark zwiebela. erweit., seltener etw. zusammeng. Letzterer Fall beschränkt sich fast ausschließlich auf die kürzeren Haare. Bisw. sind die Trichome sehr schmal, bisw. auch von bes. Nebenz. umgeben, wie bei voriger. Diese Deckh. sind so zahlr., daß sie beiden Blattflächen ein filziges Aussehen verleihen. An den größeren Nerven Drüsenh. wie bei voriger.

Mesophyll. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. relat. sehr kurz u. breit. Schw.-Gew. sehr dicht, drei- bis vierschichtig; Z. zieml. flach.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. u. Idiobl. wie bei voriger.

Oxsals. Kalk. Im Mesoph. bes. im Pal.-Gew.: vorw. häuf. sehr große Krist.-I. mit je einem Krist. wie bei voriger. Ferner im Mesoph.: zieml. zahlr. sehr kleine, meist stäbchenf. Krist. u. kleine Krist.-Körner. In Begl. der Gefäßb.: zahlr. größere u. kleinere sphäritena. Drusen, zieml. selten Einzelkr. Im Bast: h. u. w. kleine sphäritena. Drusen.

62. *Acer mexicanum* (DC.) Pax.

Schiede. Mexiko. H. B.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. klein, mit geraden Seitenr. Außenw. etw. vorgew. Außen- u. Seitenw. sind kutikularisiert u. erscheinen auf dem Querschitt U-förmig verdickt.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. sehr klein, mit geraden Seitenr.

Sp.-Öff. sehr zahlr., in der Fl.-A. klein, annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus I. Eisod. ziemlich stark verd.

Trich. Auf der ganz. Bl.-Unt. u. an den größeren Nerven der Bl.-O. einf., einzell., lange bis kurze, meist nur wenig gebog., zieml. starre, dickw. u. mehr o. wen. weitl., skler., an der Basis meist etw. erweit. Deckh. mit gestrichelter Kutik. Die größeren u. starken Haare sind an der Basis häuf. von bes. Nebenzellen umgeben, die wie bei voriger ausgebildet sind. Diese Deckh. sind auf der Bl.-Unt. so zahlr., daß sie derselben ein filziges Aussehen verleihen. An den größeren Nerven der Bl.-Ob. Drüsenh. von kurz-keulena. Form. Der ein- oder zweizellr., meist fünf- resp. zehnzell., häufig aber auch wenigerzellige Stiel geht allm. in ein dünnw. vielz., annäh. kugel. Köpfchen über. Z. des Stieles zieml. flach.

Mesoph. zentrisch, meist aus vier, selten aus fünf Zellagen bestehend. Die Z. sind ausschließlich typ. Pal.-Z., u. zw. nimmt die Länge der Z. von der oberen Epid. an von Zellage zu Zellage ab, während die Breite derselben annäh. gleich bleibt. Z. der obersten Schicht zieml. lang u. wen. schmal. Relat. sehr kleine Interzell.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dünnw. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. wie bei voriger. Idiobl. zieml. weitl.

Oxals. Kalk. Im Mesoph.: h. u. w. Krist.-I. mit je einem zieml. großen Krist., der mit seiner Hauptachse senkrecht zur Blattfläche steht. In Begl. der Gefäßb.: sehr wen. zahlr. typ. u. sphäritena. Drusen, selten mittelgroße Einzelkr. Im Bast: bisw. kleine Drusen, seltener kleine Einzelkr.

Sektion VIII. ***Glabra.***

Da diese Sektion nur durch nachfolgende Art repräsentiert wird, erscheint mir die Angabe einer besonderen Sektionscharakteristik überflüssig. Doch möchte ich darauf hinweisen, daß in anatomischer Beziehung diese Sektion der Sektion VI. *Rubra* am nächsten steht.

63. *Acer glabrum* Torrey.

Howell. Pacific. Coast. H. M.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß mit geraden Seitenr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Ep. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Außenw. stark papillös. Papillen meist halbkugel. bis stumpf kegelf., seltener flaschenf. bis zitzena. oder an der Spitze platt gedrückt. Bald sind sie gerade u. stehen isoliert, bald sind sie umgebogen u. berühren sich gegens. oder sind an der Basis miteinander verw. Sie rufen ein helles Aussehen der Bl.-Unt. hervor. Zieml. zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. zieml. zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus III. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. Auf der Bl.-Ober- u. Unters. bes. an den Nerven zieml. zahlr. annäh. keulenf. Drüsenh. Der ein- oder zweizellr., meist fünf- resp. zehnzell. Stiel geht ganz allm. in ein dünnw., vielz., etw. langgestrecktes Köpfchen über. Häuf. ist der Stiel auch zieml. lang u. vielz. Deckh. nicht beobachtet.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. lang u. schmal, h. u. w. durch Horizontalw. in je zwei Z. geteilt. Schw.-Gew. sehr locker, drei- bis vierschichtig; Z. zieml. groß.

Kleinere Gefäßb. mit etw. dickw. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit zieml. weitl. Skler.-R. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. Im Schw.-Gew. bisw. in bes. Krist.-I.: vorw. zahlr. große u. kleinere typ., bisw. auch sphäritena. Drusen, selten größere Einzelkr. Im Pal.-Gew.: h. u. w. Krist.-I., die etw. breiter u. kürzer als die umgebenden Pal.-Z. sind, mit mehr o. wen. zusammenhängenden Krist.-Kongl., außerdem z. T.

auch mit kleinen Drusen. In Begl. der Gefäßb.: zieml. zahlr. typ. bisw. auch sphäritena. Drusen, selten Einzelkr.

Sektion IX, *Platanoidea.*

Ganz besonders charakteristisch für diese Sektion ist das Vorhandensein von Milchsaft in weitlumigen Zellen des Bastes der größeren Gefäßbündel. Als weitere Charakteristika sind anzuführen die bei jeder Art vorkommenden papillenartigen bis langen, einzelligen Deckhaare, die an der Basis niemals zusammengezogen, häufig aber erweitert sind, und deren Kutikula meist gestrichelt ist; neben denselben finden sich bei bestimmten Arten lange, einzellreihige Haare. Was die Drüsenhaare anlangt, so sind auch hier wieder die gewöhnlichen, keulenförmigen mit meist zwei-, seltener einzellreihigem, im allgemeinen zehn- resp. fünfzelligem Stiel und dünnwandigem, vielzelligem Köpfchen vorhanden; doch zeichnen sie sich insofern von denen der anderen Arten aus, als die Stielzellen fast stets ziemlich flach sind, ferner, daß das Köpfchen annähernd kugelig und meist deutlich vom Stiel abgesetzt ist. Die Kristallverhältnisse sind dieselben, wie sie im allgemeinen für die ersten vier Sektionen charakteristisch sind, mithin vorwiegend Einzelkristalle in Begleitung der Gefäßbündel. Drusen kommen relativ sehr selten vor. Hervorzuheben ist noch die bei sämtlichen Arten sehr häufige Verschleimung sowohl der oberen als auch der unteren Epidermiszellen, wie es in so ausgesprochenem Maße bei keiner anderen Sektion vorhanden ist, und das Fehlen papillöser Epidermisaußenwände.

64. *Acer truncatum* Bunge.

Cult. hort. Graf v. Schwerin.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit schw. gebog. oder geraden Seitenr. Kutik. fein gekörnelt, bisw. sehr schw. gestr. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit mehr o. wen. gebog., bisw. zackigen Seitenr. Letztere Z. sind meist relat. sehr groß u. stets verschl. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. zieml. zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus I. Eisod. stark verd. Die an die Sp.-Öffn. stoßenden Zellw. der angrenzenden Ep.-Z. sind bisw. etw. dickw. H. u. w. sind größere Stomata vorh.

Trich. Auf der Bl.-Unt. nur an den größeren Nerven u. in den Achseln derselben zieml. spärlich einf., einzell., kürzere u. längere, starre, dickw., meist skler. Deckh. Bisw. kommen auch Haare vor, die länger, dünnw., h. u. w. mehrzellig (bis vierz.) sind, u. deren Kutik. deutl. gestrichelt ist. An den größeren Nerven annäh. keulenf. Drüsenh. Der ein- oder zweizellr., meist fünf- resp. zehnzell. Stiel, dessen Z.

ziemI. flach sind, geht in ein mehr o. wen. deutl. abgesetztes, dünnw., vielz., annäh. kugel. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. lang u. schmal, bisw. Z. etw. breiter u. durch Horizontalw. in je zwei Z. geteilt. Schw.-Gew. zieml. großlückig, dreischichtig; Z. annäh. gleich groß.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dickw., z. T. verholzt., doch weitl., typ. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit relat. weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. stark entw.

Idiobl. sehr weitl. mit reichl. Menge Milchsaft.

Oxals. Kalk. Krist.-Abscheidung sehr zahlr. In Begl. der Gefäßb.: vorw. sehr zahlr. meist kleinere, seltener größere, sehr häuf. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Ferner zahlr. Krist.-Aggr., seltener sphäritena. Drusen. Im Pal.-Gew. zieml. häuf. Krist.-I., die ebenso lang, aber meist etw. breiter wie die umgebenden Pal.-Z. sind, mit größeren Krist.-Aggr. Außerdem enthalten sie meist noch je einen großen mit seiner Hauptachse senkrecht zur Blattfläche stehenden Krist., häuf. auch größere, meist sphäritena. Drusen. Außerdem im Mesoph.: relat. zieml. selten typ. u. sphäritena. Drusen, größere von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. u. zahlr. sehr kleine Krist. Im Bast: h. u. w. kleinere Einzelkr.

66. *Acer pictum* Thunb.

var *α typicum* Graf v. Schwerin, subvar. 2. mono. Maxim.
Maximowicz. Japan. H. M.

Bl. zieml. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Kutik. sehr schw. gestr. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, bisw. auch zieml. groß, mit mehr o. wen. gebog., bisw. zackigen Seitenr. Häufig kommen zieml. schmale u. etw. langgestreckte Z. vor, die meist zu zweien mit ihren geraden Längswänden aneinander stoßen. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. sehr schmal, ellipt., im Querschn. vom Typus I. Eisod. stark verd.

Trich. Auf der Bl.-Unt. an den Hauptn. u. in deren Achseln einf., einzell., papillena. bis lange, zieml. dünnw. u. weitl. Deckh. mit schw. gestrichelter Kutik. Die papillena. bezw. kurzen Haare befinden sich im allg. in der Mitte der Nerven; nach den Seiten derselben nimmt die Länge der Haare allm. zu. Drüsenh. wie bei voriger.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. lang u. sehr schmal, bisw. Z. etw. breiter u. durch Horizontalw. in je zwei Hälften geteilt. Schw.-Gew. zieml. großlückig, zieml. dick; Z. annäh. gleich groß u. unregelm. gestaltet. Bisw. Z. der

obersten u. untersten Zellage palisadena. H. u. w. im Schw.-Gew. kugel. oder im Querschn. ellipt., etw. dickw. Idiobl. mit milchsaftähnlichem Inhalt.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. mit relat. weitl. Skler.-R.

Idiobl. weitl. mit reichlicher Menge Milchsaft.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zahlr. größere, seltener kleinere, häuf. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Im Mesoph.: zieml. häuf. kleine Krist. Im Bast: bisw. kleine Einzelkr.

67. *Acer Lobelii* Ten.

H. E.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit geraden Seitenr. Kutik. gestr. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit gewellten Seitenr. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. zieml. zahlr., in der Fl.-A. schmal, ellipt., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd. Bisw. große Sp.-Öffn. vorh.

Trich. Auf der Bl.-Unt. an den größeren Nerven meist lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., wen. dickw. u. weitl., ein- bis fünfzell., an an der Basis meist schw. erweit. Deckh. mit schw. gestrichelter Kutik. An den Hauptn. Drüsenh. wie bei voriger, nur Stiel meist zweizellr.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. zieml. lang und schmal. Schw.-Gew. locker, meist vierschichtig.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dickw., doch weitl. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. wie bei voriger.

Idiobl. wie bei voriger.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb. wen. zahlr., meist kleinere Einzelkr.

68. *Acer laetum* C. A. Mey. (Hohenacker, Laukoran.)

H. E.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. groß, mit gebog. Seitenr. Kutik. deutl. gestr. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. groß, mit zieml. stark gewellten Seitenr. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. Typus I. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. An den größeren Nerven der Bl.-Unt. papillena. bis lange, ein- bis achtzellige, zieml. dickw. u. weitl., an der Basis meist zwiebela. erweit. Deckhaare mit gestrichelter bis kleinwarziger Kutik. In den Achseln der Hauptn. sind die Haare länger, dünnw., u. ihre Kutik. ist schwächer gestrichelt. An den größeren Nerven Drüsenh. wie bei voriger.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. von gew. Länge u. zieml. schmal. Schw.-Gew. locker, meist vierschichtig.
Kleinere Gefäßb. mit dickw., doch weitl. Begl.-Gew.
Größere Gefäßb. wie bei voriger.
Idiobl. wie bei voriger.
Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb. zieml. zahlr. meist kleine Einzelkr., bisw. kleine stabartige Krist. H. u. w. Drusen nur in den Hauptn.

71. *Acer platanoides* L.

Hort. botan. Erlang.

Bl. dünn.
Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit mehr o. wen. gebog. Seitenr. Kutik. gestr. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.
Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. groß, mit zieml. stark gewellten Seitenr. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.
Sp.-Öffn. zieml. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd.
Trich. In den Achseln der größeren Nerven der Bl.-Unt. papillena. bis lange, ein- bis achtzellige, zieml. dickw. u. weitl. Deckh. Drüsenh. wie bei voriger.
Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. zieml. kurz u. zieml. schmal. Schw.-Gew. locker, meist dreischichtig.
Kleinere Gefäßb. mit zieml. dickw., doch weitl. Begl.-Gew.
Größere Gefäßb. wie bei voriger.
Idiobl. wie bei voriger.
Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb. wen. zahlr., meist kleinere Einzelkr.

73. *Acer neglectum* Lange.

Cult. hort. Graf v. Schwerin.

Bl. sehr dick.
Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit meist schw. gebog., seltener geraden Seitenr. Kutik. schw. gestr. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.
Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit gebog. bis schw. gewellten, h. u. w. auch zackigen Seitenr. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.
Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd. Bisw. größere Sp.-Öffn. vorh.
Trich. Auf der Bl.-Unt. an den Hauptn. u. in deren Achseln einf., einzell., kurze, fast papillena. bis lange, dickw., engl., skler. Deckh. mit schw. gestrichelter Kutik. Drüsenh. wie bei voriger.
Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. sehr lang u. äuß. schmal. Schw.-Gew. sehr locker, meist vierschichtig; Z. der obersten Zellage häuf. palisadena. Relat. selten im Schw.-Gew. meist kugel., etw. dickw. Idiobl. mit milchsaftähnlichem Inhalt.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dickw., z. T. verholzt., doch weitl., typ. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit zieml. dünn., eng- u. schw. weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. zieml. stark entw.

Idiobl. wie bei voriger.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zahlr. meist mittelgroße, sehr häuf. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Zieml. zahlr. größere u. kleinere, meist sphäritena., seltener typ. Drusen u. bisw. Krist.-Aggr. Im Bast, seltener im Holz: h. u. w. kleine Einzelkr.

76. *Acer Miyabei* Maxim.

Cult. hort. Graf v. Schwerin.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit schw. gewellten Seitenr. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit gewellten bis zackigen Seitenr. Die an die Sp.-Öffn. stoßenden Zellw. sind meist gerade oder nur schw. gebog. u. etw. dickw. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. zieml. schmal, ellipt., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd. Bisw. sehr große Sp.-Öffn. vorh.

Trich. Am ganzen Bl. ober- u. unterseits einf., einzell., kurze, fast papillena. bis lange, dickw., engl., skler., an der Basis meist schw. erweit. Deckh. Bisw., bes. an den größeren Nerven kommen auch Haare vor, die viel länger, zieml. dünnw., weitl. u. nicht skler. sind, dagegen eine gestrichelte Kutik. besitzen. Häuf. sind die Haare von bes. Nebenz. umgeben, die etw. dickw., rosettenf. angeordnet u. am Haar etw. emporgezogen sind. Auf der Bl.-O., bes. aber d. Unt. zieml. häuf. Drüsenh. wie bei voriger.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. zieml. lang u. wen. schmal. Schw.-Gew. zieml. großlückig, drei- bis vierschichtig; Z. unregelm. gestaltet.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger. Bl.-Ob. im Verl. der kleineren Nerven schw. netza. gefurcht.

Größere Gefäßb. mit relat. weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. äuß. stark entwickelt, tritt schon makrosk. deutl. hervor.

Idiobl. weitl. mit zieml. reichl. Menge Milchsaft.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. wen. zahlr., meist mittelgroße u. kleinere Einzelkr. Relat. selten typ. u. sphäritena. Drusen. Im Mesoph.: zieml. zahlr. sehr kleine Krist.-Körner. Im Bast, seltener im Holz: h. u. w. kleine Einzelkr.

Sektion X. *Campestria.*

Diese Sektion schließt sich der vorhergehenden Verwandtschaftsgruppe ziemlich eng an, doch unterscheidet sie sich von

dieser, wenn man bei der Aufstellung gemeinsamer Charakteristika für diese Sektion von *A. campestre*, dessen anatomische Struktur vollständige Übereinstimmung mit den gemeinschaftlichen Merkmalen der Sektion *Platanoidea* zeigt, überhaupt absieht, in erster Linie durch das Fehlen von Milchsaft. Was die Deckhaare betrifft, so sind hier einfache, einzellige, lange vorhanden, die an der Basis meist zusammengezogen, niemals aber deutlich erweitert sind. Die Drüsenhaare sind wie bei den Vertretern der vorhergehenden Sektion die gewöhnlichen keulenförmigen. Der meist zwei-, selten einzellreihige Stiel, der im allgemeinen aus zehn- resp. fünf, selten aus einer größeren Zahl Zellen besteht, geht aber ganz allmählich in ein dünnwandiges, vielzelliges, ellipsoidisches Köpfchen über. Die Kristallverhältnisse sind dieselben wie in der vorangehenden Verwandtschaftsgruppe, mithin vorwiegend Einzelkristalle in Begleitung der Gefäßbündel. Drusen sind sehr selten vorhanden. Bemerkenswert ist außerdem die Tendenz zur Bildung eines zweischichtigen Palisadengewebes und eines subzentrischen Blattbaues. Die Schleimverhältnisse und die Ausbildung der unteren Epidermis bilden keine einheitlichen Charakteristika. Bei einem Teil der Arten sind bisweilen die Innenwände der oberen Epidermiszellen verschleimt; niemals aber ist eine derartige Verschleimung in den unterseitigen vorhanden. Dagegen sind die Außenwände letzterer häufig verschieden papillös ausgebildet.

77. *Acer campestre* L.

Hort. botan. Erlang.

Bl. zieml. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. klein, mit geraden Seitenr. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. ziemlich klein, mit geraden od. schw. gebog. Seitenr. Außenw. meist schw. vorgew. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus III. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. Am ganzen Bl., bes. aber unterseits einf., einzell., papillenartig bis lange, dickw. u. zieml. engl., skler., an der Basis meist etw. erweit. Deckh. mit gestrichelter Kutik. Bisw. sind diese Haare von bes. Nebenz. umgeben, die etw. dickw., rosettenf. angeordnet u. am Haar etw. emporgezogen sind. An den größeren Nerven dünnw., vielz., annähernd kugel. Drüsenh., die entw. sitzend u. mehr oder weniger eingesenkt oder kurz gestielt sind. Das Köpfchen ist dann meistens deutl. vom Stiele abgesetzt. Letzterer ist meist zwei-, sehr selten einzellr. u. besteht höchstens aus zehn resp. fünf flachen Z.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. sehr lang und sehr schmal. Schw.-Gew. zieml. locker, meist drei-, seltener vier-

schichtig; Z. der obersten u. untersten sehr häuf. palisadena. Häuf. im Schw.-Gew. zieml. große, kugel. oder im Querschnitt ellipt., etw. dickw. Idiobl. mit milchsaftähnlichem Inhalt.

Kleinere Gefäßb. mit dickw., doch weitl. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit relat. weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. zieml. stark entwickelt.

Idiobl. weitl., mit reichl. Menge Milchsaft.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: relat. wen. zahlr. mittelgroße Einzelkr.

77. *Acer campestre* L.

β. normale Schwerin f. *orthopteron* Masner Pax. Masner H. E.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. klein, mit schwach gewellten Seitenr. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit mehr o. wen. gebog. Seitenr.; sonst wie bei voriger.

Sp.-Öffn. wie bei voriger, nur h. u. w. große Sp.-Öffngn. vorhanden.

Trich. Deck- u. Drüsenh. wie bei voriger, nur letztere nicht eingesenkt.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. lang u. schmal. Schw.-Gew. locker, meist dreischichtig.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dickw., doch weitl. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. wie bei voriger, nur Kollench. etw. schwächer entwickelt.

Idiobl. wie bei voriger.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zieml. zahlr. meist mittelgr. Einzelkr. Im Pal.-Gew.: sehr häuf. sehr kleine meist stäbchenartige bis spießige Krist.

78. *Acer obtusatum* Kit.

Neapel, Tenore. H. M.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit schw. gewellten Seitenr. Kutik. deutl. gestr. H. u. w. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit gebog., seltener geraden Seitenr. Bisw. Außenw. bes. über den kleineren Nerven vorgew.

Sp.-Öffn. zieml. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus III. Eisod. zieml. stark verd. Bisweil. größere Sp.-Öffn. vorh.

Trich. Auf der ganzen Bl.-Unt. einf., einzell., sehr lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., wen. dickw., weitl. Deckh. mit deutl. gestrichelter Kutik. Diese Haare sind so zahlr., daß sie der Bl.-Unt. ein schw. graufilziges Aussehen verleihen. An den Hauptn. annäh. keulenf. Drüsenh. Der zweizellr.,

meist zehnzell. Stiel geht ganz allm. in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. zieml. lang u. schmal. Schw.-Gew. zieml. großlückig, meist dreischichtig; Z. sehr unregelm. gestaltet.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. mit relat. weitl. Skler.-R. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zahlr. größere, seltener kleinere, häuf. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. H. u. w. auch stäbchena. Zwillingsformen. Im Mesoph., bes. im Pal.-Gew.: zieml. häuf. sehr kleine Krist.

79. *Acer rotundilobum* Graf v. Schwerin.
Cult. hort. Graf v. Schwerin.

Bl. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit gewellten Seitenr. Kutik. deutl. gestr.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit mehr oder weniger gebog. Seitenr. Bisw. Außenw. besond. über den kleineren Nerven vorgew. Kutik. mit dünner Wachsschicht bedeckt, die der Bl.-Unt. ein helles Aussehen verleiht.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus III. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. An den Hauptn. der Bl.-Unt. nur ganz spärlich einf., einzellige, lange, zieml. dünnw. u. weitl. Deckh. In den Achseln der Hauptn. annäh. keulenf. Drüsenh. Der gew. zwei-, seltener einzellr., meist zehn- resp. fünfzell. Stiel geht allm. in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. äuß. lang u. äuß. schmal, h. u. w. Z. etw. breiter u. durch Horizontalw. in je zwei Z. geteilt. Schw.-Gew. locker, meist dreischichtig; Z. der oberen u. unteren Zellage bisw. palisadena.; h. u. w. erinnern diese Z. auch an Armpalisadenzellen.

Kleinere Gefäßb. mit dickw., z. T. verholzt., doch weitl., typ. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit eng- u. weiterl. Skler.-R. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: sehr zahlr. größere u. kleinere h. u. w. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Im Pal.-Gew.: relat. selten sehr kleine, meist spießige Krist.

80. *Acer italum* Lauth.
Subspec. I. *variabile* Pax. Var. *opulifolium* (Vill.) Pax.
Thomas. Südl. Schweiz (Reichenbach Exsicc.) H. E.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. in der Fl.-A. zieml. groß, mit gewellten Seitenr. Kutik. sehr deutl. gestr.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Außenw. meist subpapillös.

Sp.-Öffn. zieml. zahlr., sonst wie bei voriger.

Trich. Auf der Bl.-Unters. an den größeren Nerven und in deren Achseln einf., einzell., lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., zieml. dickw., weitl., an der Basis etw. zusammeng. Deckh. mit schw. gestrichelter Kutik. An den Hauptn. Drüsenh. wie bei voriger, aber nur mit zweizellr. Stiel.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. zieml. lang u. schmal. Schw.-Gew. locker, meist dreischichtig; Z. der unteren Zelllage häuf. palisadenа.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dickw., doch weitl. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit weitl. Skler.-R. Idiobl. weitl., bisw. skler.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zahlr. meist größere, bisw. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr.

80. *Acer italum* Lauth.

Subspec. I. *variabile* Pax. Var *β. opalus* (Ait.) Pax.

R. F. Hohenacker. In silvis Karabach. occidentalis. H. M.

Bl. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit mehr od. wen. stark gebog. Seitenr. Zellw. etw. dickw. Kutik. gestr.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit gebog. bis schw. gewellten Seitenr. Zellw. wie obers. etw. dickw. Außenw. subpapillös. Kutik. mit dünner Wachsschicht bedeckt, die der Bl.-Unt. ein helles Aussehen verleiht.

Sp.-Öffn. wie bei voriger.

Trich. Deckh. wie bei voriger, aber Kutik. meist glatt. An den größeren Nerven annäh. keulenf. Drüsenh. Der zwei-, selten einzellr., meist zehn- resp. fünfzell. Stiel geht allm. in ein dünnw., vielzell., ellips. Köpfchen über. H. u. w. ist der Stiel lang u. besteht aus einer größeren Anzahl Z.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. sehr lang u. sehr schmal. Schw.-Gew. zieml. großlückig, vier- bis fünfschichtig; Z. zieml. groß. Z. der obersten u. untersten Zellage bisw. palisadena.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dickw., z. T. verholzt., doch weitl., typ. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit zieml. stark, eng- u. etw. weitl. Skler.-R. Idiobl. wen. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zahlr. größere, seltener kleinere, bisw. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Selten kleinere Drusen. Im Mesoph., bes. im Pal.-Gew.: zahlr. sehr kleine kurz-stäbchenf. Krist. und Krist.-Körner. Im Bast: h. u. w. kleine Einzelkr.

80. *Acer italum* Lauth.

Subspec. II. *hispanicum* (Pourr.) Pax. Var. *α. granatense* (Boiss.) Willk.

Reverchon. Sierra de Cazorla. H. M.

Bl. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit gebog., seltener geraden Seitenr. Zellw. etwas dickwand. Kutik. deutlich gestreift.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit schw. gebog. oder geraden Seitenr. Im übr. wie bei vor.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus III. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. Auf der ganzen Bl.-Unters. einf., einzell., lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., meist zieml. dünnw., seltener etwas dickw., weitl., an der Basis meist etw. zusammeng. Deckh. mit schwach gestrichelter Kutik. H. u. w. sind die Haare von bes. Nebenz. umgeben, die etw. dickw., rosettenf. angeordnet u. am Haar etw. emporgezogen sind. An den größeren Nerven annäh. keulenf. Drüsenh. Der zweizellr., meist zehnzell. Stiel geht ganz allm. in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. äuß. lang u. äuß. schmal. Schw.-Gew. zieml. großlückig, vier- bis fünfschichtig; Z. der obersten u. untersten Zellage palisadena.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. mit eng- u. etw. weitl. Skler.-R. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zahlr. meist größere, seltener kleinere, bisw. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Im Bast selten, im Holz: h. u. w. kleine Einzelkristalle.

80. *Acer italum* Lauth.

Subspec. III. *hyrcanum* (Fisch. et Mey.) Pax. Var. *euhyrcanum* Graf v. Schwerin f. *tomentellum* Pax. Hort. botan. Berol. H. M.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A mittelgroß, mit gebog. bis schw. gewellten Seitenr. Kutik. deutl. gestr.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit meist schw. gebog., seltener geraden Seitenr. Außenw. mehr od. wen. papillös. Bes. über den größeren Nerven Papillen etw. stärker ententwickelt. Papillen meist halbkugel., seltener stumpf kegelförmig.

Sp.-Öffn. zieml. zahlr., sonst wie bei voriger.

Trich. An den Nerven der ganzen Bl.-Unt. einfache, einzell., sehr lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., zieml. dickw., weitl., an der Basis etw. zusammeng. Deckh. mit glatter oder schw. gestrichelter Kutik. An den Hauptn. Drüsenh. wie bei voriger.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. lang u. schmal. Schw.-Gew. zieml. großlückig, meist dreischichtig; Z. zieml. groß. Z. der unteren Zellage häuf. palisadena.
Kleinere Gefäßb. mit zieml. dickw., doch weitl. Begl.-Gew.
Größere Gefäßb. wie bei voriger. Idiobl. zieml. weitl.
Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. sehr zahlr. meist größere, seltener kleinere, bisw. von kleinen Krist.-M. umgeb. Einzelkr. Zieml. selten Drusen. Im Mesoph., bes. im Pal.-Gew.: zahlr. sehr kleine kurz-stäbchenf. Krist. und Krist.-körner.

80. *Acer italum* Lauth.

Subspec. III. *hyrcanum* (Fisch. et Mey.) Pax. Var. *♂ Reginae Amaliae* (Orph.) Pax.

De Heldreich Herbarium. Graecum normale No. 702. Griechische Gebirge. H. M.

Bl. dick.
Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit geraden oder schw. gebogenen Seitenr. Zellw. etw. dickerw. Kutik. gestr.
Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Zellw. ebenf. etw. dickw. Außenw. mehr od. wen. papillös. Papillen meist halbkugel., seltener stumpf kegelf. oder an der Spitze platt gedrückt.
Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus III. Eisod. zieml. stark verd.
Trich. Auf der Bl.-Unt. an den Hauptn. u. in deren Achseln einf., einzell., längere u. kürzere, h. u. h. gewund., schlauchf., zieml. dünnw. u. weitl., an der Basis meist etw. zusammengezogene Deckh. An den größeren Nerven annäh. keulenf. Drüsenh. Der zwei-, selten einzellr., meist zehn- resp. fünfzellige Stiel geht allm. in ein dünnw., vielz. ellips. Köpfchen über. Selten ist der Stiel lang u. vielz.
Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. sehr lang u. sehr schmal. Schw.-Gew. sehr locker, vier- bis fünfschichtig; Z. zieml. groß. Z. der obersten u. untersten Schicht häuf. palisadena.
Kleinere Gefäßb. mit dickw., z. T. verholzt., doch weitl., typ. Begl.Gew.
Größere Gefäßb. mit eng- u. weitl. Skler.-R. Idiobl. weitl.
Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zahlr. größere, seltener kleinere, von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Im Bast: h. u. w. kleine Einzelkr.

83. *Acer monspessulanum* M.

Hort. botan. Erlang.

Bl. dick.
Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Zellw. etw. dickw. Kutik. schw. gestr. Sehr zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Zellw. ebenf. etw. dickw. Außenw. papillös. Papillen meist halbkugel. Kutik. mit dünner Wachsschicht bedeckt, die der Bl.-Unt. ein helles Aussehen verleiht.
Sp.-Öffn. wie bei voriger.
Trich. Auf der Bl.-Unt. in den Achseln der Hauptn. zahlr. einf., einzell., lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., wen. dickw. u. weitl., an der Basis etw. zusammeng. Deckh. An den Hauptn. Drüsenh. wie bei voriger. Selten, hauptsächlich aber in den Achseln der Hauptn., ist der Stiel etw. länger u. besteht aus einer größeren Zahl Z.
Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. äuß. lang u. äußerst schmal. Schw.-Gew. locker, vier- bis fünfschichtig. Z. der obersten Zellage palisadena.
Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.
Größere Gefäßb. mit zieml. weitl. Skler.-R. Idiobl. wen. weitl.
Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zahlr. meist mittelgroße, bisw. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Im Bast: h. u. w. kleine Einzelkr.

84. *Acer cinerascens* Boiss.
Cult. hort. Graf v. Schwerin.

Bl. sehr dick.
Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit meist schw. gebog., seltener geraden Seitenr. Kutik. nur in der Nähe der Nerven schw. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.
Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. klein, mit meist schw. gebog., seltener geraden Seitenr. Außenw. h. u. w. schw. vorgew.
Sp.-Öffn. zahlr. in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus III. Eisod. zieml. stark verd.
Trich. Auf der Bl.-Unt. an den Hauptn. u. in deren Achseln einf., einzell., lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., zieml. dickw. bis dünnw., weitl., an der Basis meist etw. zusammeng. Deckh. An den größeren Nerven annäh. keulenf. Drüsenh. Der zweizellr., meist zehnzell. Stiel geht ganz allm. in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über.
Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. äuß. lang u. äuß. schmal. Schw.-Gew. sehr locker, meist vier-, seltener dreischichtig; Z. der untersten Schicht bisw. palisadena.
Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.
Größere Gefäßb. mit relat. weitl. Skler.-R. Idiobl. weitl.
Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zahlr. meist größere Einzelkr. Im Pal.-Gew.: zieml. zahlr. sehr kleine, meist kurz stäbchenf. Krist. Im Bast: h. u. w. kleine Einzelkr.

85. *Acer syriacum* Boiss. et Gaillardot.
var. *α. eusyriacum* Pax.
Cult. hort. Graf von Schwerin.

Bl. sehr dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit mehr o. wen. stark gebog. Seitenr. Zellw. stark verd., bes. auffallend die äußeren u. innern. Auf dem Querschn. erscheinen sie weiß und sind stark lichtbrechend. Zellumen relat. klein. Kutik. leistenf. zwischen die Seitenw. einsp.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. klein, mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Zellw. wie oben stark verd.

Sp.-Öffn. sehr zahlr.; im übrigen wie bei voriger.

Trich. Ausgew. Bl. fast kahl. An jüngeren zieml. spärlich auf der Bl.-Unters. in den Achseln der Hauptn. Deckh. wie bei voriger. Bes. oberseits häuf. Drüsenh. wie bei voriger. H. u. w. ist der Stiel nur einzellr. o. mehr als zweizellr.

Mesoph. subzentrisch. Pal.-Gew. einschichtig; Z. äuß. lang u. äuß. schmal. Schw.-Gew. sehr locker, meist zweischichtig, Z. zieml. groß. Unterste Zellage des Mesoph. nicht typ. entwickeltes Pal.-Gew.; Z. kurz u. zieml. schmal, häuf. sog. konjug. Pal.-Z. bildend, die nach der unteren Ep. zu bisw. fuß- resp. schw. sockelartig erweit. sind.

Kleine Gefäßb. mit stark verholzt., doch weitl., typ. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit zieml. stark., eng- u. etw. weitl. Skler.-R. Idiobl. sehr wen. weitl.

Oxal. Kalk. In Begl. der Gefäßb. zahlr., meist mittelgroße Einzelkr.

86. *Acer orientale* L.

Griechenland. H. M.

Bl. sehr dick u. äuß. zahlr. von kleinen Nerven durchzogen.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit schwach gewellten Seitenr. Zellw. zieml. dickw., bes. die Außenw., die schw. kutikularisiert sind. Z. relat. häuf. durch je eine dünnere, gerade Vertikalw. geteilt.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. klein, bisw. auch ziemlich groß, mit geraden oder schw. geb. Seitenr. Zellw. ebenf. etw. dickw.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus III. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. An den größeren Nerven annäh. keulenf. Drüsenh. Der gew. zwei-, selten einzellr., meist zehn- resp. fünfzell. Stiel geht ganz allm. in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über. Deckh. nicht beobachtet.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. zweischichtig; Z. der oberen Schicht sehr lang und äuß. schmal, zieml. häuf. Z. etw. breiter u. durch Horinzontalw. in je zwei Hälften geteilt. Z. der unteren Schicht zieml. kurz u. etw. breiter. Schw.-Gew. zieml. locker, vier- bis fünfschichtig; Z. nicht sehr groß u. unregelm. gestaltet. Z. der untersten Zellschicht bisw. schw. palisadena.

Kleine Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. wie bei voriger.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zahlr. große, seltener kleinere Einzelkr. Im Bast: h. u. w. kleine Einzelkr.

Sektion XI. *Macrantha.*

Von sämtlichen Sektionen zeigen nicht zwei eine so große Übereinstimmung im anatomischen Bau als wie *Macrantha* und *Indivisa*, die noch um so auffallender ist, als sie sich auf viele, im allgemeinen sehr wechselnde Strukturverhältnisse erstreckt, was ich schon gelegentlich der Besprechung der Sektion *Indivisa* bemerkt habe. Zu den beiden Sektionen gemeinsamen Merkmalen gehören vor allem das Fehlen von Deckhaaren bei den meisten Arten und die starke Entwicklung der Drüsenhaare, die auch hier im allgemeinen aus langen, einzellreihigen, vielzelligen Haargebilden bestehen oder sich leicht von diesen ableiten lassen. Hiervon macht nur *A. parviflorum* mit seinen zweiarmigen, kurz gestielten Haaren eine bemerkenswerte Ausnahme, gerade so wie *A. distylum* in der Sektion *Indivisa.* Als weitere beiden Verwandtschaftsgruppen zukommende Charakteristika sind namhaft zu machen die Kristallverhältnisse, das häufige Vorkommen der Verschleimung in der ober- wie der unterseitigen Epidermis (Ausnahme *A. parviflorum*); ferner die nicht papillöse Ausbildung der unteren Epidermis, das Fehlen von Milchsaft und die bei den meisten Arten vorkommenden weitlumigen Idioblasten des Bastes. Auf die eigenartige Kutikularfaltung der Blattunterseiten sowie auf die häufig vorkommende unregelmäßige Verteilung der Stomata habe ich schon bei Besprechung der Sektion *Indivisa* hingewiesen. Unterschieden sind die Vertreter von *Macrantha* gegenüber letzterer hauptsächlich durch die stärkere Ausbildung des die größeren Gefäßbündel umgebenden Sklerenchyms, welches hier stets — denn *A. tegmentosum* ist des nicht einwandsfreien Materials wegen bei Entscheidung dieser Frage auszuschließen — zu einem, wenn auch im Vergleich zu anderen Sektionsarten dünnen Sklerenchymmantel führt. Schließlich ist noch bemerkenswert die bei allen Arten, außer *A. parviflorum*, vorkommende mehr oder weniger starke Entwicklung des Kollenchymgewebes, welches sich auf der Blattoberseite an das Sklerenchym anschließt.

87. *Acer pectinatum* Wall.[1])

Untersucht wurden zwei Materialien (Fruchtexemplare) des H. B.: G. A. Gammie. Sikkim und Hooker fil. et Thomson.

Bl. zieml. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit geraden Seitenr. Außenw. schw. vorgew. Kutik. mehr o. wen. deutl. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. groß, mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Die an die Stomate stoßenden Zellw. sind meist etw. dickw. Kutik. schw. gestr., u. zw. gehen diese Ku-

---

1) Siehe hierüber die systematischen Bemerkungen am Schlusse des allgemeinen Teils.

tikularfalten im allg. strahlenf. von den Sp.-Öffn. aus. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus III. Eisod. zieml. stark verd. H. u. w. größere Sp.-Öffn. vorh.

Trich. Auf der Bl.-Unters. in den Achseln der Hauptn. meist äuß. lange, vielz. Drüsenh. Fast stets sind diese einzellr.; h. u. w. jedoch an der Basis mehrzellr. Im allg. sind die Z. am Grunde flach u. zieml. dickw.: nach dem apikalen Ende zu werden sie dünnw. u. sind in der Längsrichtung des Haares etw. gestreckt. An den Hauptnerven der Bl.-Ob. vereinz. Drüsenh., die an die gewöhnlichen keulenf. erinnern. Der ein- oder zweizellr., vielz. Stiel geht ganz allm. in ein langestrecktes, vielz., dünnw. Köpfchen über. Deckh. nicht beobachtet.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. zieml. lang u. zieml. schmal. Schw.-Gew. sehr locker, meist fünfschichtig: Z. zieml. flach.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dünnw. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit zieml. dünn., weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. sehr stark entwickelt, tritt schon makrosk. deutl. hervor. Idiobl. auff. weitl.

Oxals. Kalk. Im Schw.-Gew. h. u. w. in bes. Krist.-I.: vorw. zieml. zahlr. größere Drusen. In Begl. der Gefäßb.: äuß. selten typ. u. sphäritena. Drusen u. Einzelkr.

87. *Acer pectinatum* Wall.

King's Collector, Sikkim Himalaya. H. B. Blütenexemplar.

Bl. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit geraden Seitenr. Kutik. gekörnelt. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit schw. gebog. Seitenr. Kutik. bisw. um die Sp.-Öffn. herum schw. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus III. Eisod. zieml. stark verd. H. u. w. größere Sp.-Öffn. vorh.

Trich. Auf der ganzen Bl.-Unt., bes. an den Nerven, meist lange, vielz., h. u. h. gebog. Drüsenhaare und Drüsenzotten. Meist sind sie an der Basis mehrzellreihig u. werden nach der Spitze zu allm. einzellr. Häufig sind sie auch vollständig einzellr. Im allg. sind die Z. an der Basis dickw. u. zieml. klein; nach dem apikalen Ende zu werden sie dünnw., größer u. sind meist etw. in der Längsrichtung des Haares gestreckt. Teils sind die Zellen zylindrisch, teils schw. tonnenf. erweit.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. zieml. lang u. zieml. schmal. Schw.-Gew. locker, meist fünfschichtig.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dünnw. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. ohne Skler.-R. (Höchstwahrscheinlich noch nicht entwickelt.)

Oxals. Kalk. Im Schw.-Gew., bisw. in bes. Krist.-I.: vorw. sehr zahlr. Drusen. In Begl. der Gefäßb.: zieml. zahlr. typ. bisw. auch sphäritena. Drusen.

88. *Acer capillipes* Maxim.

Japan. H. M. Blütenexemplar.

Bl. zieml. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit mehr o. wen. stark gebog. Seitenr. Kutik. sehr stark gefaltet. Diese Kutikularfalten erscheinen geschlängelt u. verlaufen im allg. sehr unregelm., nur über den Nerven sind sie mit diesen annäh. parallel gerichtet. Um die Stomata herum sind sie bes. stark entwickelt u. gehen von diesen häuf. strahlenf. aus. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. wie bei voriger, nur keine größeren vorh.

Trich. An den größeren Nerven u. in deren Achseln relat. zieml. kleine einzellr., wenigzellige, meist fünf- oder sechszell. Drüsenh. Die Basal-Z. sind zieml. klein, annäh. kugel. u. dickw.; nach dem apikalen Ende zu werden die Z. größer, dünnw., sind in der Längsrichtung des Haares etw. gestreckt u. meist schw. tonnenf. erweit. Deckh. nicht beobachtet.

Mesoph. subzentrisch, aus vier Zellagen bestehend. Z. mit Ausnahme der untersten Schicht typ. Pal.-Z., u. zw. nimmt die Länge der Z. von der oberen Ep. an von Zellage zu Zellage ab. Z. der obersten Schicht lang u. zieml. schmal, Z. der untersten annäh. isodiam. Längsw. der Z. der beiden mittleren Zellagen meist schw. gewellt. Relat. sehr kleine Interzell.

Kleine Gefäßb. mit dickw., z. T. stark verholzt., doch weitl., typ. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit eng- u. etw. weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. zieml. stark entwickelt. Idiobl. zieml. weitl.

Oxals. Kalk. Im Mesoph., h. u. w. in bes. Krist.-I.: vorw. ziem. häuf. größere Drusen, selten größere, von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. In Begleit. der Gefäßb.: sehr selten kleine Drusen u. Einzelkr.

89. *Acer tegmentosum* Maxim.

Radde. Amurgebirge. H. M.

Untersuchtes Material war noch nicht vollständig entwickelt, da es nur ganz junge Früchte besaß; es ist daher bei dieser Art das Vorhandensein von Sklerenchym in Begleitung der größeren Gefäßbündel nicht ausgeschlossen.

Bl. zieml. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Außenw. schw. vorgew. u. unregelm. eingedrückt, sodaß sie auf dem Querschn. wellig erscheinen. Kutik. sehr deutl. gestr., bes. in der Nähe der Ep.-Seitenw. Die Kutikularfalten verlaufen meist in der Richtung der größeren Nerven. Bisw. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden, seltener schw. gebog. Seitenr. Kutik. sehr stark gefaltet. Kutikularfalten wie bei voriger, doch umgeben sie die Stomata meist kreisf. H. u. w. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. groß u. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus III. Eisod. zieml. stark verd. Zieml. häuf. relat. sehr große Sp.-Öffn. vorh.

Trich. An den größeren Nerven lange, einzellr., vielz. Drüsenh. An der Basis sind die Z. klein u. dickw., nach der Spitze zu werden sie allm. größer, dünnw. u. sind in Längsrichtung des Haares meist etw. gestreckt. Deckh. nicht beobachtet.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig: Z. von gew. Länge u. schmal, bisw. etw. breiter u. durch Horizontalw. in je zwei Hälften geteilt. Schw.-Gew. großlückig, meist vier-, seltener dreischichtig; Z. unregelm. gestaltet.

Kleinere Gefäßb. mit etw. dickw. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. ohne Skler. Obers. Kollench. zieml. stark entwickelt. Idiobl. sehr weitl.

Oxals. Kalk. Im Mesoph., bisw. in bes. Krist.-I.: vorw. sehr zahlr. größere u. kleinere Drusen, seltener kleinere Einzelkr. u. Krist.-Aggr. In Begl. der Gefäßb.: ziemlich selten Drusen, selten Einzelkr. u. Krist.-Aggr. Im Bast: h. u. w. Drusen u. Einzelkr.

90. *Acer pennsylvanicum* L.

Hort. botan. Erlang. H. E.

Bl. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Kutik. teils fein gekörnelt, teils schw. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit schw. gebog. Seitenr.; im Querschn. zieml. hoch. Außenw. bisw. schw. vorgew. Kutik. zieml. stark gefaltet, bes. um die Stomata, von denen die Kutikularfalten meist strahlenf. ausgehen, oder die sie kreisf. umgeben. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus II. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. Drüsenh. wie bei voriger, nur sind die einzelnen Z. meist schw. tonnenf. erweit., selten zylindrisch. Deckh. nicht beobachtet.

Mosoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. äuß. lang u. schmal, bisw. etw. breiter u. durch Horizontalw. in je zwei Hälften geteilt. Längsw. h. u. w. schw. gewellt. Schw.-Gew. sehr

locker, meist vier-, seltener dreischichtig; Z. unregelm. gestaltet.

Kleinere Gefäßb. mit dünnw. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. zieml. stark entwickelt. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. Äuß. zahlr. Krist.-bildung. Im Mesoph., bes. im Schw.-Gew. bisw. in bes. Krist.-I.: vorw. zieml. zahlr. große bis kleine Drusen, zieml. selten größere u. kleinere Einzelkr. Im Pal.-Gew.: zieml. häuf. Krist.-I. mit einem oder mehreren meist stäbchenf. Einzelkr., die mit ihrer Hauptachse senkrecht zur Bl.-fläche stehen. Häuf. enthalten diese Krist.-I. außerdem noch kleine Krist.-Aggr. u. Drusen. In Begl. der Gefäßb.: äuß. zahlr. große u. kleinere typ., bisw. auch sphäritena. Drusen, seltener meist mittelgroße Einzelkr. Im Bast: relat. häuf. Drusen.

91. *Acer rufinerve* Sieb. et Zucc.
Maximowicz. Japan. H. M.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Kutik. teils fein gekörnelt, teils schw. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit gebog. Seitenr. Kutik. schw. gestr. Kutikularfalten wie bei voriger. Zahlr. Z. mit verschl. Innen.M.

Sp.-Öffn. sehr zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Quersch. vom Typus II. Eisod. stark verd. Die Sp.-Öffn. sind auf der Ep. unregelm. verteilt u. stehen meist in größeren Gruppen beisammen.

Trich. wie bei voriger.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. lang u. von gew. Breite. Schw.-Gew. locker, drei- bis vierschichtig; Z. zieml. flach u. parallel zur Bl.-Fl. etw. gestreckt.

Kleinere Gefäßb. mit dickw., z. T. verholzt., doch weitl. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit dünn., relat. weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. zieml. stark entwickelt. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. Äuß. zahlr. Krist.-bildung. Im Mesoph., bisw. in bes. Krist.-I.: vorw. zahlr. große, seltener kleinere, häuf. von kleinen Krist.-M. umgebene typ. bisw. auch sphäritena. Drusen, seltener in bes. Krist.-I. große Einzelkr., die mit ihrer Hauptachse senkrecht zur Bl.-fläche stehen. Außerdem zieml. zahlr. sehr kleine Krist., weniger häuf. größere Einzelkr., die bisw. lang- bis kurz-stäbchenf. sind. In Begl. der Gefäßb.: zahlr. größere u. kleinere typ. häuf. auch sphäritena. Drusen, seltener gew. u. kurz-stäbchenf. Einzelkr. sowie Krist.-körner.

92. *Acer parviflorum* Franch. et Sav.
Japan. H. P.

Bl. zieml. dünn.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit mehr o. wen. stark gebog. Seitenr. Kutik. unterbrochen gestr.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit schw. gewellten Seitenr.

Sp.-Öffn. zieml. zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. An der ganzen Bl.-fläche, bes. unterseits zieml. zahlr. zweiarmige, wahrscheinlich Drüsenh. mit kurzem, ein- bis fünf-, meist aber dreizell. Stiel u. gleicharmiger, langer, weitl. u. dünnw., wagerechter Endzelle. In den Achseln der Hauptn. sehr spärl. kurze bis papillena., ein- oder zweizell., zieml. dickw. u. zieml. weitl. Deckh.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. von gew. Länge u. zieml. schmal, h. u. w. Z. breit u. durch Horizontalw. in je zwei Hälften geteilt. Schw.-Gew. sehr locker, meist dreischichtig; Z. zieml. flach.

Kleinere Gefäßb. mit etw. dickw., doch weitl. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit zieml. weitl. Skler.-R. Idiobl. zieml. weitl.

Oxals. Kalk. Relat. arm an Krist. Im Schw.-Gew.: h. u. w. mittelgroße u. kleinere Drusen. In Begl. der Gefäßb.: zieml. selten mittelgroße Drusen, selten Einzelkr. Im Bast: bisw. kleine Drusen.

95. *Acer micranthum* Sieb. et Zucc.
Maximowicz. Japan H. M. Blütenexemplar.

Bl. zieml. dünn.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. meist zieml. groß, mit schw. gebog. Seitenr. Kutik. sehr schw. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit gebog. bis schw. gewellten bisw. auch zackigen Seitenr. Kutik. sehr schw. gestr. Die Kutikularfalten umgeben die Stomata entw. kreisf. oder gehen von diesen strahlenf. aus. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M. Kutik. mit dünn. Wachsschicht bedeckt.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus III. Eisod. zieml. stark verd. Die Sp.-Öffn. sind auf der Ep. unregelm. verteilt u. stehen meist in größeren Gruppen beisammen.

Trich. Auf der Bl.-Unt. nur in den Achseln der Hauptn. zahlr. lange, einzellr., vielz. Drüsenh. Die Z. dieser sind alle untereinander annäh. gleich groß u. relat. klein: ihr Längsdurchmesser ist fast gleich ihrem Querdurchmesser. sie sind zylindrisch, seltener schw. tonnenf. erweit. Die Basal-Z. sind etw. dickw.: nach dem apikalen Ende zu werden die Z. dünnw. An den Hauptn. sehr spärl. kleine, dicke, annäh. wurstförmige, an der Spitze abgerundete, relat. dickw. u. sehr weitl. Deckh., die ein- bis dreizell. sind.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig: Z. von gew. Länge u. Breite. Schw.-Gew. sehr locker, drei- bis vierschichtig; Z. sehr unregelm. gestaltet, aber flach u. parallel zur Bl.-fläche zieml. lang gestreckt.

Kleinere Gefäßb. mit dickw., z. T. verholzt., doch weitl. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit zieml. dünn., relat. weitl. Skler. Obers. Kollench. äuß. stark entwickelt, tritt schon makrosk. stark hervor. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. Meist im Schw.-Gew., seltener im Pal.-Gew., bisw. in bes. Krist.-I.: vorw. große u. kleinere typ. bisw. auch sphäritena. Drusen. In Begl. der Gefäßb.: sehr selten typ. u. sphäritena. Drusen sowie Einzelkr.

96. *Acer Tschonoskii* Maxim.

Abbé U. Faurie Nr. 2315. Japan. H. B.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Außenw. schw. vorgew. Kutik. gestrichelt, nur über den Nerven in der Richtung derselben deutl. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Kutik. schw. gestr. Kutikularfalten wie bei voriger. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. sehr zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus III. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. Auf der Bl.-Unt. an den Hauptn. u. bes. in deren Achseln meist äuß. lange vielz. Drüsenh. von sehr verschiedener Gestalt. Teils sind sie einzellr., teils mehrzellr. u. bisw. zottena. Im allg. sind sie an der Basis mehrzellr. u. werden nach dem apikalen Ende zu allm. einzellr. Nicht selten kommt es vor, daß sich ein Teil des Haares wieder schw. erweit. u. mehrzellr. wird; bisw. schließt auch das Haar mit einem langgestreckten, vielz. Köpfchen ab. Die Basal-Z. sind stark verdickt u. verkorkt; nach der Spitze zu werden die Z. meist dünnw. u. sind im allg. etw. in der Längsrichtung des Haares gestreckt.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. lang u. zieml. schmal. Schw.-Gew. locker; vierschichtig; Z. zieml. flach u. annäh. gleich groß.

Kleinere Gefäßb. mit dünnw. Begl.-Gew. Bl.-Ob. im Verl. der klein. Gefäßb. schw. netza. gefurcht.

Größere Gefäßb. mit sehr dünn., weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. äuß. stark entwickelt, tritt schon makrosk. deutl. hervor. Idiobl. zieml. weitl.

Oxals. Kalk. Im Mesoph.: vorw. zahlr. meist größere typ., häuf. auch sphäritena. Drusen, selten größere Einzelkr. Zieml. häuf. sehr kleine meist spießige Krist. und Krist.-körner. In Begl. der Gefäßb.: wen. zahlr. typ. u. sphäritena. Drusen, zieml. selten größere u. kleinere Einzelkr. Im Bast: h. u. w. kleine Drusen.

Sektion XII. *Lithocarpa.*

Für diese Sektion ist ganz besonders hervorzuheben, daß hinsichtlich der Milchsaft- sowie Kristallverhältnisse bei den einzelnen Arten große Verschiedenheiten obwalten. Durch das Vorhandensein von Milchsaft in weitlumigen Zellen des Bastes der größeren Gefäßbündel sind nur drei Arten ausgezeichnet. Was die Abscheidung des oxalsauren Kalkes betrifft, so sind bei den ersten vier von mir untersuchten Arten in Begleitung der Gefäßbündel vorwiegend Einzelkristalle vorhanden, während Drusen überhaupt nur äußerst selten vorkommen, bei den beiden letzten Arten dagegen vorwiegend Drusen, die sehr häufig auch sphäritenartige Struktur besitzen. Einzelkristalle sind nur sehr selten vorhanden. Bemerkenswert ist noch, daß bei den beiden letzten Arten außerdem ziemlich häufig Drusen im Schwammgewebe angetroffen werden.

Als allen Vertretern dieser Sektion gemeinsame Charakteristika sind anzuführen die Beschaffenheit der Trichome, die nichtpapillöse Ausbildung der unteren Epidermis und, mit Ausnahme von *A. argutum*, das Fehlen verschleimter Epidermiszellen. Die Deckhaare sind, abgesehen von einigen wenigen bei *A. argutum*, die mehrzellig sind, einfach, einzellig, meist starr und niemals an der Basis zusammengezogen. Die Drüsenhaare sind die gewöhnlichen keulenförmigen mit ein-, sehr selten zweizellreihigem Stiel und dünnwandigem, vielzelligem Köpfchen. Der Stiel ist hier aber ziemlich häufig länger als gewöhnlich und vielzellig.

98. *Acer villosum* Wall.

Himalaya. Herbar. Zuccarinii. H. M.

Bl. zieml. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. sehr klein, mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Sämtl. Außenw. deutl. vorgew. Außen- u. Seitenw. erscheinen auf dem Querschn. U-förmig stark verdickt u. sind kutikularisiert.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. klein, mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Zieml. häuf. Z. mit gerbstoffartigem Inhalt, der im trocknen Bl. gelbbraun erscheint u., mit Eisenchloridlösung behandelt, schwarz wird. Diese Idiobl. befinden sich in der Ep. entw. vereinzelt oder zu mehreren beisammen. Auf gebleichten Schnitten erscheinen die Zellw. zieml. stark lichtbrechend u. sind wahrscheinlich sehr schw. verkorkt, da sie sich mit Jodlösung gelblich färben. Zwar lösen sie sich auf Zusatz von konz. Schwefelsäure ohne wahrnehmbaren Rückstand auf, doch dauert der Zerfall sehr viel länger als bei den gew. Ep.-Z.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. ellipt., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. Auf der ganz. Bl.-Unt. einf., einzell., lange u. kürzere, zieml. starre, mehr o. wen. dickw. u. zieml. engl., skler.

Deckh. mit gestrichelter Kutikula. In den Achseln der Hauptn. sind sie weniger dickw. Die Haare sind so zahlr., daß die Bl.-Unt. schw. filzig erscheint. Auf der ganz. Bl.-Unt. zieml. häuf. annäh. keulenf. Drüsenh. Der einzellr., meist siebenz. Stiel geht allm. in ein dünnw., vielz., ellips. oder kugel. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. lang u. schmal. Schw.-Gew. zieml. locker, meist vierschichtig; Z. der obersten Zellage sehr häuf. palisadena.

Kleinere Gefäßb. mit zieml. dickw., z. T. verholzt., doch weitl. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit eng- u. etw. weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. etw. stärker als gew. entwickelt. Idiobl. wen. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zahlr. meist mittelgroße, bisw. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr.; selten Krist.-Aggr. Im Mesoph.: zieml. häuf. sehr kleine Krist. Im Bast, seltener im Holz: bisw. kleine Einzelkr.

99. *Acer Thomsonii* Miq.
Griffith Nr. 928/1. Osthimalaya. H. M.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. klein, mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Außenw. meist schw. vorgew.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. klein, mit gebog. bis schw. gewellten Seitenr. Außenw. schw. vorgew.

Sp.-Öffn. wen. zahlr., im übrigen wie bei voriger.

Trich. An den Hauptn. der Bl.-Unt. nur ganz vereinzelt einf., einzell., zieml. lange, starre, sehr dickw. u. engl., skler. Deckh. Auf dem ganz. Bl., bes. aber auf der Unt. meist zieml. lange, annäh. keulenf. Drüsenh.; der einzellr., vielz. Stiel geht ganz allm. in ein langgestrecktes, nicht sehr vielz., dünnw. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. zieml. kurz u. von gew. Breite. Längsw. häuf. schw. gewellt. Schw.-Gew. locker, vier- bis fünfschichtig; Z. unregelm. gestaltet mit Ausnahme der obersten Zellage. Die Z. dieser bisw. palisadena.

Kleinere Gefäßb. mit dickw., z. T. verholzt., doch weitl., typ. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit zieml. weitl. Skler.-R.

Idiobl. weitl., mit reichlicher Menge Milchsaft.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zahlr. größere u. kleinere Einzelkr., seltener Krist.-Aggr.

102. *Acer diabolicum* Blume.
Maximowicz. Japan. H. M.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. groß, mit mehr o. wen. stark gebog.

Seitenr. Außenw. bes. über den kleineren Nerven deutl. vorgew. Kutik. fein gekörnelt.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. groß, mit stark gewellten Seitenr.

Sp.-Öffn. zieml. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd. Springen häufig etw. vor.

Trich. Ober-, bes. aber unterseits einf., einzell., lange u. kürzere, starre, dickw. u. engl., skler. Deckh. mit mehr o. wen. deutl. gestrichelter Kutik. In den Achseln der größeren Nerven sind die Haare meist länger, breiter u. mehr o. wen. dünnw. Die Basis der Haare ist sehr häufig von bes. Nebenz. umgeben, die meist kleiner, etw. dickw., rosettenf. angeordnet u. am Haar etw. emporgezogen sind. An den größeren Nerven annäh. keulenf. Drüsenh. Der einzellr., bisw. fünfzell., meist aber aus einer größeren Anzahl Z. bestehende, häuf. gekrümmte Stiel geht ganz allm. in ein dünnw. vielz., längliches Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. von gew. Länge u. Breite. Schw.-Gew. sehr locker, meist vierschichtig; Z. der obersten Zellage zieml. groß.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. mit eng- u. etw. weitl. Skler.-R. Obers. Kollench. etw. stärker als gew. entwickelt.

Idiobl. wie bei voriger mit Milchsaft.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zahlr. meist größere, seltener kleinere, bisw. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr., seltener Krist.-Aggr. Im Mesoph.: zieml. zahlr. sehr kleine meist spindelf. Krist. Im Holz: h. u. w. größere Drusen und bisw. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr.

103. *Acer purpurascens* Franch. et Sav.
Japan. H. P.

Bl. dick.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Zellw. etw. dickw. Außenw. sehr schw. vorgew. Kutik. dick u. springt sehr deutl. leistenf. zwischen die Seitenwände ein.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. klein bis groß von sehr unregelm. Gestalt, mit meist gebog. Seitenr.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus IV. Eisod. zieml. stark verd.

Trich. Auf der ganz. Bl.-Unt. einf., einzell., lange bis kurze, zieml. starre, dickw. u. zieml. engl., skler., an der Basis bisw. schw. erweit. Deckh., die h. u. w. von bes. Nebenz. wie bei voriger umgeben sind. An den Hauptn. annäh. keulenf. Drüsenh.: der einzellr., meist siebenzell. Stiel, der bisw. aber auch aus einer größeren Zahl Z. besteht, geht ganz allm. in ein langgestrecktes, dünnw., vielz. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig: Z. sehr lang u. zieml. schmal, h. u. w. etw. breiter u. durch Horizontalw. in je zwei Hälften geteilt. Längsw. meist schw. gewellt. Schw.-Gew. locker, vier- bis fünfschichtig; Z. sehr unregelm. gestaltet.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. wie bei voriger.

Idiobl. wie bei voriger mit Milchsaft.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zahlr. mittelgroße bis sehr kleine Einzelkr. Im Bast: selten kleine Einzelkr.

104. *Acer barbinerve* Maxim.

Maximowicz. Mandshuria austro-orientalis. H. M.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit gebog. bis schw. gewellten Seitenr. Kutik. gestr.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit zieml. stark gewellten Seitenr.

Sp.-Öffn. zieml. zahlr., in der Fl.-A. zieml. klein, ellipt., im Querschn. vom Typus I. Eisod. zieml. stark verd. Bisw. auch auf der Bl.-Ob. in der Nähe der größeren Nerven etw. größere Sp.-Öffn.

Trich. Auf der ganzen Bl.-Ob., bes. aber Unt. einf., einzell., lange u. kürzere, meist schw. säbela. gekrümmte, fast bis zum Schwinden des Lumens stark verdickte, skler., an der Basis zwiebela. erweiterte Deckh. mit deutl. gestrichelter bis kleinwarziger Kutik. An den größeren Nerven u. in den Achseln derselben sind die Haare viel länger, breiter u. mehr o. wen. dünnw. Bisw. sind die Haare von bes. Nebenz. umgeben, die etw. dickw., rosettenf. angeordnet u. am Haar etw. emporgezogen sind. An den größeren Nerven annäh. keulenf. Drüsenh. Der meist zwei-, seltener einzellr., gew. zehn- resp. fünfzell. Stiel geht allm. in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig: Z. zieml. kurz u. zieml. breit. Längsw. häuf. schw. gewellt. Schw.-Gew. zieml. dicht, drei- bis vierschichtig; Z. der obersten Zellage etw. größer.

Kleinere Gefäßb. mit etw. dickw., doch weitl. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. mit dünn., zieml. weitl. Skler.-R. Idiobl. zieml. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zahlr. kleine u. große typ., häuf. auch sphäritena. Drusen, selten kleinere Einzelkr. Im Schw.-Gew. bisw. in bes. Krist.-I.: zieml. häuf. meist große, seltener kleinere typ., h. u. w. auch sphäritena. Drusen; zieml. selten größere, von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Im Bast: bisw. kleine Drusen.

105. *Acer argutum* Maxim.
Maximowicz. Japan. H. M.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. klein, mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Kutik. gestr. H. u. w. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit zieml. stark gebog. Seitenr. H. u. w. Z. mit verschl. Innen-M.

Sp.-Öffn. zahlr., im übrigen wie bei voriger. Bisw. kommen auch große Sp.-Öffn. vor.

Trich. An den größeren Nerven der Bl.-Unt. einf., einzell., lange u. kürzere, wen. dickw., bisw. zieml. dünnw. u. weitl. Deckh. mit bisw. schw. gestrichelter Kutik. In den Achseln der Hauptn. nur h. u. w. sehr lange, relat. dünnw. u. sehr weitl. mehrzellige (bis fünfzell.) Deckh. mit deutl. gestrichelter Kutik. An den größeren Nerven annäh. keulenf. Drüsenh. Der einzellr., meist fünf-, seltener vielz. Stiel geht allm. in ein längliches, dünnw., vielz. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig: Z. von gew. Länge u. Breite. Längsw. häuf. schw. gewellt. Schw.-Gew. zieml. dicht, meist vierschichtig; Z. der obersten Zellage etw. größer.

Kleinere Gefäßb. mit dickw., z. T. verholzt., doch weitl. Begl.-Gew. Bl.-Ob. im Verl. der kleineren Gefäßb. schw. netza. gefurcht.

Größere Gefäßb. mit zieml. weitl.-Skler.-R. Obers. Kollench. äuß. stark entwickelt, tritt schon makrosk. stark hervor. Idiobl. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. sehr zahlr. meist große sphäritena., seltener typ. Drusen. Im Schw.-Gew. in bes. Krist.-I.: zieml. häuf. meist sehr große Drusen. Im Bast, seltener im Holz: bisw. kleine Drusen.

Sektion XIII. *Saccharina.*

Die Strukturverhältnisse der Arten dieser Sektion sind relativ sehr einheitliche. Die Deckhaare sind einfach, einzellig; die Drüsenhaare die gewöhnlichen keulenförmigen mit meist zwei-, selten einzelreihigem, im allgemeinen zehn- resp. fünfzelligem Stiel und vielzelligem, dünnwandigem Köpfchen. In Begleitung der Gefäßbündel sind vorwiegend Einzelkristalle, dagegen Drusen äußerst selten vorhanden. Als weitere Charakteristika sind anzuführen das meist zahlreiche Vorkommen von Verschleimung in der oberseitigen Epidermis und die mehr oder weniger deutliche Verwölbung der unteren Epidermiszellaußenwände. Milchsaft kommt nicht vor.

107. *Acer grandidentatum* Mutt.

Cult. hort. Graf v. Schwerin.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit gewellten Seitenr. Zellw. etw. dickw., bes. Außen- u. Innenw. Außenw. schw. vorgew. Kutik. deutl. gestr. H. u. w. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit gebog. bis schw. gewellt., h. u. w. zackigen Seitenr. Zellw. wie oberseits etw. dickw. Außenw. schw. vorgew. Kutik. mit dünn. Wachsschicht bedeckt. Diese verleiht der Bl.-Unt. ein helles Aussehen.

Sp.-Öffn. zieml. zahlr., in der Fl.-A. annäh. kreisr., im Querschn. vom Typus III. Eisod. zieml. stark verd. Die Sp.-Öffn. springen häuf. etw. vor.

Trich. Auf der ganzen Bl.-Unt. einf., einzell., lange u. kürzere, starre, zieml. dickw. u. engl., skler., an der Basis häuf. schw. erweiterte Deckh. mit bisw. schw. gestrichelter Kutik. Diese Haare sind so zahlr., daß die Bl.-Unters. schw. filzig erscheint. An den Hauptn. annäh. keulenf. Drüsenh. Der zweizellr., meist zehnzell. Stiel geht allm. in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. lang u. schmal. Schw.-Gew. sehr locker, drei- bis vierschichtig; Z. unregelm. gestaltet.

Kleine Gefäßb. mit zieml. dickw., z. T. verholzt., doch weitl., typ. Begl..-Gew. Bl.-Ob. im Verl. der kleineren Gefäßb. schw. netza. gefurcht.

Größ. Gefäßb. mit zieml. stark., eng- u. etw. weitl. Skler.R. Idiobl. weitl., bisw. skler.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zieml. zahlr. kleinere Einzelkr. Im Pal.-Gew.: äuß. zahlr., sehr kleine, meist kurzstäbchenf. Krist.

108. *Acer saccharum* Marshall.

var. *γ nigrum* (Michx. f.) Britton.

A. Gattinger. Alant. Nordamerika (Curtiss. No. 497*) H. M.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Bisw. Kutik. schw. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen.-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. klein, mit geraden oder schw. gebog. Seitenr. Außenw. subpapillös.

Sp.-Öffn. zahlr., in der Fl.-A. klein: im übrigen wie bei voriger.

Trich. Auf der Bl.-Unt. an den größeren Nerven u. in deren Achseln einf., einzell., lange, h. u. h. gewundene, schlauchf., zieml. dickw., doch weitl., bisw. skler., an der Basis meist etw. zusammeng. Deckhaare. Seltener sind die Haare dünnwandiger, etw. breiter u. haben eine gestrichelte Kutik.

An den größeren Nerven annäh. keulenf. Drüsenh. Der meist zwei-, selten einzellr., gew. vielz. Stiel geht ganz allm. in ein etw. langgestrecktes, dünnw., vielz. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. lang u. äuß. schmal, selten etw. breiter u. durch Horizontalw. in je zwei Hälften geteilt. Schw.-Gew. sehr locker, dreischichtig: Z. der unteren Zellage häuf. konjugiertes Pal.-Gew. bildend.

Kleinere Gefäßb. mit dickw., z. T. verholzt., doch weitl., typ. Begl.-Gew.

Größere Gefäßb. wie bei voriger. Idiobl. sehr wen. weitl.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zahlr. größere u. kleinere, häuf. von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr. Selten typ. u. sphäritena. Drusen u. Krist.-Kongl.

109. *Acer floridanum* (Chapm.) Pax.

(Curtiss. No. 497*) Florida H. M.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. mittelgroß, mit geraden Seitenr. Kutik. deutl. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen.-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. klein, mit geraden Seitenr. Außenw. subpapillös, über den kleineren Nerven papillös. Papillen meist halbkugel. selten stumpf kegelf.

Sp.-Öffn. wie bei voriger.

Trich. Auf der ganzen Bl.-Unt. einf., einzell., lange u. kürzere, meist h. u. h. gewundene, zieml. dickw. u. zieml. engl., skler., an der Basis meist schw. erweit. Deckh. Bisw. sind diese von bes. Nebenz. umgeben, die etw. dickw., rosettenf. angeordnet u. am Haar etw. emporgezogen sind. An den größeren Nerven annäh. keulenf. Drüsenh. Der meist zwei-, seltener einzellr., gew. zehn- resp. fünfzell. Stiel geht allm. in ein dünnw., vielz., ellips. Köpfchen über.

Mesoph. bifazial. Pal.-Gew. einschichtig; Z. sehr lang u. äuß. schmal. Schw.-Gew. sehr locker, drei- bis vierschichtig.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. mit eng- u. etw. weitl. Skler.-R. Idiobl. weitl., bisw. skler.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: zahlr., meist mittelgroße Einzelkr. Im Bast u. Holz: h. u. w. kleine Einzelkr.

110. *Acer leucoderme* Small.

Cult. hort. Graf von Schwerin.

Bl. von mittlerer Dicke.

Ob. Epid. Z. in der Fl.-A. groß, mit gewellten Seitenr. Kutik. sehr deutl. gestr. Zahlr. Z. mit verschl. Innen-M.

Unt. Epid. Z. in der Fl.-A. zieml. groß, mit schw. gewellten Seitenr. Außenw. h. u. w. schwach vorgew.

Spalt.-Öffn. wie bei voriger.

Trich. Auf der ganzen Bl.-Unters., aber nicht sehr häuf., einf., einzell., kurze u. längere, starre, dickw. u. zieml. engl.,

skler. Deckh. mit gestrichelter Kutik. An den Hauptn., bes. auf der Bl.-Ob. annäh. keulenf. Drüsenh. Der zweizellr., meist zehnzell. Stiel geht ganz allm. in ein dünnw., vielz., ellips. bis kugelf. Köpfchen über. Zieml. selten ist der Stiel nur ein- oder mehr als zweizellr.; bisw. ist er auch länger u. vielzelliger.

Mesoph. bifazal. Pal.-Gew. einschichtig; Z. sehr lang u. schmal. Schw.-Gew. locker, meist dreischichtig; Z. zieml. groß, werden aber von Zellage zu Zellage etw. kleiner.

Kleinere Gefäßb. wie bei voriger.

Größere Gefäßb. wie bei voriger. Idiobl zieml. weitl., bisw. skler.

Oxals. Kalk. In Begl. der Gefäßb.: vorw. zieml. zahlr. mittelgroße u. kleinere, bisweilen von kleinen Krist.-M. umgebene Einzelkr.; zieml. selten Krist.-Aggr. Im Bast, seltener im Holz: h. u. w. kleine Einzelkr.

Druck von Gebauer-Schwetschke Druckerei u. Verlag m. b. H., Halle a. S.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Über die Organisation und Physiologie der Cyanophyceenzelle und die mitotische Teilung ihres Kernes. Von **Dr. F. G. Kohl**, a. o. Professor der Botanik an der Universität Marburg. Mit 10 lithographischen Tafeln. 20 Mark.

Lehrbuch der Pharmakognosie des Pflanzenreiches. Für Hochschulen und zum Selbstunterricht. Mit Rücksicht auf das neue Deutsche Arzneibuch. Von Dr. **George Karsten**, a. o. Prof. der Botanik an der Universität Bonn. Mit 528 Abbildungen im Text. 1903. Preis: 6 Mark, geb. 7 Mark.

Bisher erschien Heft 1—6 der:

Vegetationsbilder. Von Dr. **G. Karsten**, Prof. an der Universität Bonn, und Dr. **H. Schenk**, Prof. an der Technischen Hochschule Darmstadt.

Unter dem Namen **„Vegetationsbilder“** erscheint hier eine Sammlung von Lichtdrucken, die nach sorgfältig ausgewählten photographischen Vegetationsaufnahmen hergestellt sind. Verschiedenartige Pflanzenformationen und Genossenschaften möglichst aller Teile der Erdoberfläche in ihrer Eigenart zu erfassen, charakteristische Gewächse, welche der Vegetation ihrer Heimat ein besonderes Gepräge verleihen und wichtige ausländische Kulturpflanzen in guter Darstellung wiederzugeben, ist die Aufgabe, welche die Herausgeber sich gestellt haben.

Der Preis für das Heft von 6 Tafeln ist auf 2,50 Mark festgesetzt worden unter der Voraussetzung, daß alle Lieferungen bezogen werden. Einzelne Hefte werden mit 4 Mark berechnet.

Über das Verhältnis des männlichen und weiblichen Geschlechts in der Natur. Von Dr. **G. Klebs**, Prof. in Halle. 1894. Preis: 80 Pf.

Über einige Probleme der Physiologie der Fortpflanzung. Von Dr. **Georg Klebs**, Prof. in Halle. 1895. Preis: 75 Pf.

Über die Fortpflanzungs-Physiologie der niederen Organismen, der Protobionten. Spezieller Teil: **Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen.** Von Dr. **Georg Klebs**, Prof. in Halle. Mit 3 Tafeln und 15 Textfiguren. 1896. Preis: 18 Mark.

Soeben erschien:

Willkürliche Entwickelungsänderungen bei Pflanzen. Ein Beitrag zur Physiologie der Entwickelung. Von Dr. **Georg Klebs**, Prof. in Halle. Mit 28 Abbildungen im Text. 1903. Preis: 4 Mark.

Ein Blick in die Geschichte der botanischen Morphologie und die Pericaulom-Theorie. Von Dr. **H. Potonié**, Kgl. preuß. Landesgeologe und Professor bezw. Privatdozent der Paläobotanik an der Kgl. Bergakademie und der Universität zu Berlin. (Erweiterter Abdruck aus der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift. Neue Folge. II. Band, der ganzen Reihe XVIII. Band.) Mit 9 Abbildungen. Preis: 1 Mark.

Pathologische Pflanzenanatomie. In ihren Grundzügen dargestellt. Von Dr. **Ernst Küster,** Dozent für Botanik an der Universität zu Halle a. S. Mit 121 Abbildungen im Text. 1903. Preis: 8 Mark.

Mitteilungen, botanische, aus den Tropen, herausgegeben von **A. F. W. Schimper,** weil. Prof. der Botanik an der Universität Basel. 9 Hefte. 1888 bis 1901. Lex.-Form. Preis: 109 Mark.

Heft I: Schimper, A. F. W., **Die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika.** 1888. Mit 3 Tafeln. Preis: 4 Mark 50 Pf. (Vergriffen.)

Heft II: Schimper, A. F. W., **Die epiphytische Vegetation Amerikas.** Mit 6 Tafeln. 1888. Preis: 7 Mark 50 Pf.

Heft III: Schimper, A. F. W., **Die indo-malayische Strandflora.** Mit 7 Textfiguren, 1 Karte und 7 Tafeln. 1891. Preis: 10 Mark.

Heft IV: Schenck, H., Dr., Privatdozent an der Universität Bonn, **Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen,** im besonderen der in Brasilien einheimischen Arten. I. Teil: Beiträge zur Biologie der Lianen. Mit 7 Tafeln. 1892. Preis: 15 Mark.

Heft V: Schenck, H., **Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen,** im besonderen der in Brasilien einheimischen Arten. II. Teil: Beiträge zur Anatomie der Lianen. Mit 12 Tafeln und 2 Text-Zinkographien. 1893. Preis: 20 Mark.

Heft VI: Möller, Alfred, **Die Pilzgärten einiger amerikanischer Ameisen.** Mit 7 Tafeln und 4 Holzschnitten. 1893. Preis: 7 Mark. (Vergriffen.)

Heft VII: Möller, Alfred, **Brasilische Pilzblumen.** Mit 8 Tafeln. 1895. Preis: 11 Mark.

Heft VIII: Möller, Alfred, **Protobasidiomyceten.** Untersuchungen aus Brasilien. Mit 6 Tafeln. 1895. Preis: 10 Mark.

Heft IX: Möller, Alfred, **Phycomyceten und Ascomyceten.** Untersuchungen aus Brasilien. Mit 11 Tafeln und 2 Textabbildungen. 1901. Preis: 24 Mark.

Die Reizleitung und die reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen. Von Dr. **B. Němec,** Privatdozent der Botanik an der K. K. böhmischen Universität in Prag. Mit 3 Tafeln und 10 Abbildungen im Text. 1901. Preis: 7 Mark.

Die Kulturgewächse der deutschen Kolonien und ihre Erzeugnisse. Für Studierende und Lehrer der Naturwissenschaften, Plantagenbesitzer, Kaufleute und alle Freunde kolonialer Bestrebungen. Nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse bearbeitet. Von Prof. Dr. **R. Sadebeck,** Direktor des botanischen Museums und des botanischen Laboratoriums für Warenkunde zu Hamburg. Mit 127 Abbildungen. 1899. Preis: 10 Mark, geb. 11 Mark.

Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Mit 502 als Tafeln oder in den Text gedruckten Abbildungen in Autotypie, 5 Tafeln in Lichtdruck und 4 geographischen Karten. Von Dr. **A. F. W. Schimper,** a. o. Prof. an der Universität Bonn. 1898. Preis: brosch. 27 Mark, eleg. in Halbfranz geb. 30 Mark.

Die Reduktion der Chromosomenzahl und ihre folgenden Kernteilungen in den Embryosackmutterzellen. Von **J. Schniewind-Thies.** Mit 5 lithographischen Tafeln. 1901. Preis: 7 Mark.

Druck von Gebauer-Schwetschke Druckerei u. Verlag m. b. H., Halle a. S

New York Botanical Garden Library
3 5185 00258 8984